

~~114~~

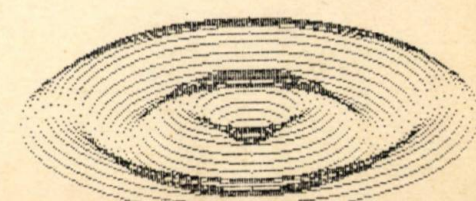
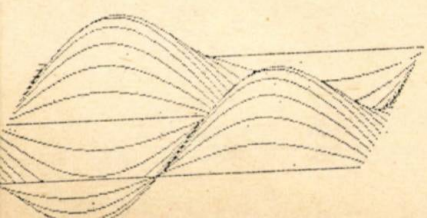
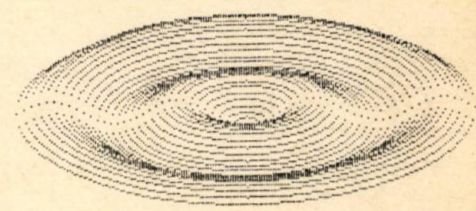
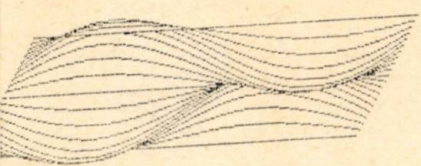
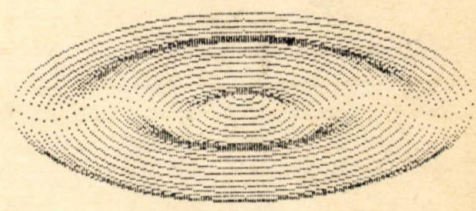
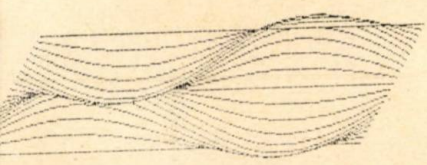
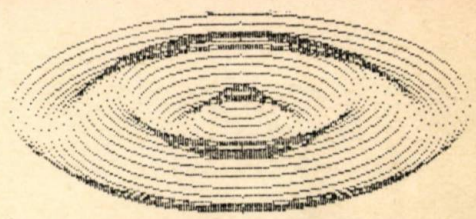
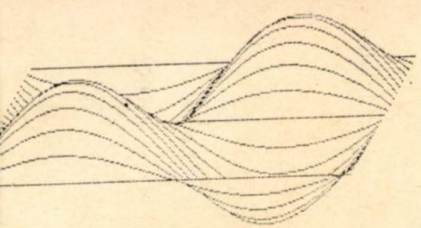
A

1 1988
XXVII. évf.



FIZIKA TANÍTÁSA

A Művelődési Minisztérium módszertani folyóirata



A FIZIKA TANÍTÁSA

A MŰVELŐDÉSI MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

FELELŐS SZERKESZTŐ:
DR. GECSŐ ERVIN

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

GERGELY PÉTER, DR. KEDVES FERENC,
KOVÁCS LORÁNT, DR. LITZ JOZSEFNE,
DR. NAGY LÁSZLÓ, PAHÁN ISTVÁN,
DR. PAÁL TAMÁS, DR. TASNADI PÉTER,
DR. VIDÓ IMRE, VIGH ISTVÁN, DR. WIEDEMANN LÁSZLÓ,
DR. ZATONYI SÁNDOR.

Szerkesztőség: Országos Pedagógiai
Intézet 1406 Budapest, pf.: 33. Gorkij
fasor 17—21. — Telefon: 211-200. —
Kiadja: a Tankönyvkiadó 1055 Bu-
dapest V., Szalay utca 10—14. — A
kiadásért felelős: a Tankönyvkiadó
igazgatója. — Terjeszti a Magyar Pos-
ta. Előfizethető: bármely postahiva-
tálnál, a hírlapkézbesítőknél, a Pos-
ta hírlapüzleteiben és a Hírlapelő-
fizetési és Lapellátási Irodánál
(HELIR), Budapest XIII., Lehel u.
10/a. 1900 közvetlenül vagy postautal-
ványon, valamint átutalással a HELIR
215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra.
Előfizetési díj: egy évre: 42,— Ft.

Révai Nyomda Egrl Gyáregysége,

Eger. Igazgató: Horváth Józsefné dr.

ISSN 0428—5336

Szerkesztői üzenet:

Kérjük a kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket
gépelve, két példányban
küldjék meg a szerkesztő-
ség fenti címére. a lakásuk
és munkahelyük, valamint
személyi számuk pontos
feltüntetésével. — A papír-
lapnak csak egyik oldalára,
kettes sortávolsággal írja-
nak! Egy-egy oldalra 30
sort gépeljenek! A sor
hossza 66 betűhely. A cik-
kek terjedelme legfeljebb
6—8 gépelt oldal lehet. A
rajzokat, táblázatokat kü-
lön lapon, megfelelő ábra-
szöveggel (aláírással) ellát-
va küldjék be!

Kéziratot nem őrzünk meg
és nem adunk vissza!

TARTALOM

Légrádi Imre: Évfordulók.....	1
Dr. Nagy László: A Lorentz-erő sze- repe a mozgási indukció jelenségé- nek értelmezésében	6
Dr. Szombathy Miklós: Számításos fizika feladatok és megoldásuk tanítása	11
Dr. Szenczi Lászlóné: A 6. osztályos témazáró feladatlapok megoldásá- nak elemzése	15
Dr. Csillag László: Lézerfényhullá- mok	18
Dr. Csillag László—Dr. Toroczka Zsolt: Egyszerű demonstrációs készlet fénytani alapkísérletek be- mutatásához	23
Ötletsarok (Kertész Béla)	27
Fórum	B/3

Címképünk: Az Ötletsarok 2. ábrája.

Az első oszlop: Téglalap alakú felületek
sajátregzésének fázisképei. A program
ilyen képeket rajzol meg, és választás
szerint másodpercenként 10—30 darabot
küld a képernyőre. A gyors képváltás
miatt az emberi szem ezeket egybefü-
gően látja.

A második oszlop: Kör alakú hátrákön
kialakuló állóhullámminták lehetséges
egyike. A kísérlettel már nehezen elő-
állítható két csomókörös állapot fáziské-
peit látjuk.

Évfordulók

Fizikátörténeti események

50 évvel ezelőtt, 1938-ban

- fedezte fel az atommaghasadást *Hahn* és *Strassmann*. Az elnevezés *Lise Meitnertől* származik, 1939-ből.
- fedezte fel az elektronbefogásnak nevezett jelenséget az atommag béta-bomlása során *Alvarez*, illetve a *belső konverzió* jelenségét *Hoffmann*. Az elektronbefogásról szó van a negyedik osztályos tankönyvben a béta-bomlás tárgyalásakor, de a *belső konverzióról* nincsen. Erre vonatkozólag a következőket említjük meg.

Két atommagot, amelyek csak abban különböznek egymástól, hogy energiájuk más, de tömegszámuk és rendszámuk ugyanaz, izomér magnak nevezzük. (Közülük a nagyobb energiával rendelkezőt, a metastabil állapotban lévő, *m* indexszel szokás jelölni.) Ilyen izomér magokról van szó például az ^{59}Fe béta-bomlásakor keletkező ^{59m}Co gerjesztett, illetve ^{59}Co alapállapotú magok esetében. A negyedik gimnáziumi tankönyv szerint: „Az *A* tömegszámú, *Z* rendszámú gerjesztett atommagot az energiavölgy felülete fölött 'lebegő' ponttal ábrázoljuk. Ha az atommag γ -foton kisugárzásával elveszíti gerjesztési energiáját, és alapállapotba kerül, akkor az őt jellemző pont az energiavölgy felületére esik.” Játékos szemléletességgel ezt akár „gamma-lift”-nek is nevezhetjük. A radioaktív magok körében elég gyakori az ilyen gamma-liftezés.

Előfordul azonban, hogy a mag gerjesztési energiájától úgy szabadul meg, hogy az látszólag közvetlenül átadja egy héjelektronnak, amely elhagyja az atomburkot. Vagyis a kísérletező egy elektron kibocsátását észleli gamma-foton helyett. Az ilyen magállapot-változást nevezik *belső konverciónak*. Tapasztalat szerint a legnagyobb valószínűséggel a *K*-héj elektronja repül ki, de végbemehet a konverzió az *L*-, illetve *M*-héjon is. A konverziós elektron mozgási energiája egyenlő a mag izomér átmenetében felszabaduló energiának és az elektron kötési energiájának különbségével, tehát függ attól, hogy melyik pályáról szakad le az elektron. Az elektron kilépése után az atom elektronburka átrendeződik, aminek következtében az atom a rá jellemző röntgensugárzást bocsátja ki. A *belső konverziós* együttható egyenlő a konverziós elektron-emisszió valószínűségének és a gamma-foton emisszió valószínűségének hányadosával. Például a fentebb említett ^{59}Fe átalakulás során a van 54%-a gerjesztett kobalttá alakul, amely metastabil kobaltmagra vonatkozólag a *belső konverziós* együttható értéke $1,8 \cdot 10^{-4}$. A vas maradék 46%-a pedig egy másik, az előbbinél nagyobb energiájú metastabil kobalttá alakul, amelyre nézve a *belső konverziós* együttható $1,2 \cdot 10^{-4}$. Ennek alapján például megmondhatjuk, hogy az 1 mCi aktivitású ^{59}Fe preparátum másodpercenként hány konverziós elektront bocsát ki:

Mivel az ^{59}Fe felezési ideje 45 nap, ezért bomlási állandója $1,7827 \cdot 10^{-7} \text{ N}_s^1$ (A felezési időadat *Kiss István—Vértes Attila: Magkémia* c. könyvének Függelékéből való.) Az aktivitás egyenlő az egy másodpercre eső bomlások

számával, és az ImCi az $3,7 \cdot 10^7$ bomlást jelent másodpercenként, ezért a preparátumban $2,075 \cdot 10^{14}$ darab vasatom van. Ennek 54%-a $1,12 \cdot 10^{14}$ darab, amelynek $1,8 \cdot 10^{-4}$ -szerese alakul tovább konverzióval. Ebből tehát 3595 konverziós elektront kapunk. A 46%-ból, amely $9,55 \cdot 10^{13}$ darab, és amelynek $1,2 \cdot 10^{-4}$ -szerese alakul át konverzióval, kapunk 2041 darab elektront. Összesen tehát másodpercenként 5636 konverziós elektront bocsát ki a preparátum.

75 évvel ezelőtt, 1913-ban

- mutatta ki kísérletileg az atomok diszkrét energiaszintjeit *Franck és Hertz*. Itt Gusztav Ludvig Hertzről van szó, akinek születéséről egy évvel ezelőtt emlékeztünk meg. Ő unokaöccse Heinrich Hertznek, akiről az alábbiakban bőven lesz szó.
- vezette be az energia kvantálásának gondolatát a planetáris atommodellbe *Bohr*. Kidolgozta a H-atom elméletét három kvantumposztulátuma alapján.
- állította fel egymástól függetlenül a radioaktív bomlás eltolódási törvényét *Soddy és Fajans*.
- állapította meg *Van den Bruck*, hogy az elemek atommagjának pozitív töltését akkora egész szám jellemzi, mint ahányadik helyen az elem a periódusos rendszerben áll. Az eredményt a frissen kidolgozott röntgenspektroszkópia segítségével érte el.
- dolgozta ki a röntgensugarak diffrakciójának elméletét *Darwin*, illetve szerkesztette a röntgenspektrométert *Bragg*.
- alkotta meg a pozitív visszacsatolással működő elektroncsöves oszcillátort *Meissner*.

100 évvel ezelőtt, 1888-ban

- végezte el utolsó nagy jelentőségű kísérleteit az *elektromágneses hullámokkal* kapcsolatban *Heinrich Hertz*.

Miután az előző évben a szikrainduktor segítségével előállított igen nagy frekvenciájú elektromos rezgéseket megvizsgálta, az 1888. évben azokhoz a kísérletekhez fogott, amelyek azt vizsgálták, miként terjednek ezek a rezgések egyik vezetőről a másikkra. E témában írt beszámoló dolgozatainak címei a következők:

1. Egy egyenesmenti elektromos rezgés hatása a szomszédos áramvezetőre
2. A szigetelőkben végbemenő elektromos folyamatok által kiváltott indukciós jelenségek
3. Az elektrodinamikusan terjedési sebességéről
4. Elektrodinamikusan hullámok a levegőben és reflexiójuk
5. Drótok által vezetett elektromos hullámok
6. Az elektromos erő kisugárzásáról

Ez utóbbi, hatodik dolgozatában számol be azokról a kísérletekről, amelyeket már rövid hullámhosszú, irányítható hullámokkal végzett. (A dolgozat a többiekkel és itt nem említettekkel együtt megtalálható az 1894-ben megjelent Heinrich Hertz összegyűjtött munkái című háromkötetes könyvben, illetve az *Annalen der Physik und Chemie* 1889. N°4. számában. Neue Folge Band XXXVI. 769—783. oldal.)

Hertz 1894-ben megjelent könyve bevezetőjében megjegyzi, hogy az „elektromos erő” kifejezés csak egy név a tér egyfajta polarizációs állapotára. Nevezhetné például „elektromos térintenzitás”-nak is, ahogy azt Cohn ajánlotta.

E dolgozatában leírt kísérletei belekerültek szinte minden tankönyvbe, így megtalálhatók Budó Ágoston Kísérleti fizikájában is. Ott a II. kötet 237. §-át képezik. Az alábbiakban azért — csupán az érdekesség kedvéért — kiegészítem Hertz egy-két adatával őket. Hertz készülékében az adó szikraközét két 2 cm sugarú gömb képezte, amelyek mindegyike egy 13 cm hosszú, 3 cm vastag sárgaréz rúdban folytatódott, ahogyan a Budó-könyv 237/1. ábráján látható. A parabolatükrök 2 méter magas, 1,2 méter nyílásszélességű, és 0,7 méter mély volt. Ennek fókusz távolsága kb. 12,5 cm volt — írja Hertz. (Ez utóbbi adat ellenőriztetése a diákok számára kis motiváló feladat lehet.) A vevő parabolatükrök ugyanekkorra voltak. A tükrök fakeretre erősített fémlemezek voltak. A vevő parabolatükrének fókuszvonalába két 5 mm vastag, 50 cm hosszú rézdrótdarabot erősített úgy, hogy végeik 5 cm-re voltak egymástól. Ezekről a végekről vékonyabb drótpár vezetett a parabolatükrök mögé, guttapercha szigeteléseken át, az állítható vizsgáló szikraközkhöz. A hullámhossz, előzetes mérések szerint 33 cm volt. A rezgésidő Hertz számításai alapján kb. $1,1 \cdot 10^{-9}$ s. A rezgésidőt Thomson ismert képlete alapján számolta. Azért kellett a fentebb leírt jól definiált méretű gömbök és rudak, hogy azok méreteiből meg lehessen határozni elméleti úton az önindukciós együtthatót, meg a kapacitást. Talán egyikünk-másikunk számára vigasztaló megtudni, hogy bizony Hertz az 1887-es évben végzett kísérletei során el is tévesztette az ilyen számítását: a kapacitás kiszámításakor elhagyott egy 2-es faktort. Dolgozata hibás eredményére Poincaré hívta fel figyelmét. A fent említett $1,1 \cdot 10^{-9}$ s rezgésidőt már ennek tudatában számította ki.

A hullámok *egyenes vonalú terjedésének* vizsgálatakor az egymással szembeállított adó és vevő közé 2 méter magas, 1 méter széles cinklemeztt helyezett, az optikai tengelyre merőlegesen, mire a vevő szikrái kialudtak. Ha két ilyen lemezből a tükrök nyílásszélességének megfelelő szélességű kaput képezett, akkor a vevő ismét erőteljesen szikrázott. Ha a kaput szűkítette, csökkent a szikrák intenzitása, s amikor a kapu szélessége fél méter alá csökkent, megszűntek a szikrák. A kapu oldalirányú eltolása, az adó parabolatükrének elforgatása révén összefoglalólag megállapította, hogy az adóból kiinduló hullámmal egyenes vonalban terjed. Megjegyzi, hogy a várható elhajlási jelenségekben lévő minimumokat és maximumokat nem sikerült kimutatnia. Azt, hogy a hullám *transzverzális* és *lineárisan poláros*, egészen természetesnek tartotta — mint írja —, az előállításuk módja alapján. Azért kísérletileg is bizonyította. Elforgatta a vevő parabolatükrének tengelyét az adó és vevő szikraközét összekötő egyenes mint optikai tengely körül, s ahogyan nőtt az elforgatás szöge, csökkent a szikraintenzitás a vevőben, mígnem 90°-os helyzetben, vagyis amikor a gyújtóvonalak merőlegesek voltak, egészen kimúlt. Ezután egy 2 méter magas és 2 méter széles nyolcszögletű fakeretre 1 mm vastag rézdrótokból rácsot csináltatott, amelyben a párhuzamos drótok távolsága 3 cm volt. Ezzel igazolta a hullámok transzverzális és poláros voltát, úgy, ahogyan azt Budó-féle II. kötetben találjuk a fent említett §-ban, a 237/6. ábrán és környékén. A hullámok *reflexiójával* kapcsolatos kísérletben a 237/3. ábra F felületének Hertz kísérleteiben egy 2 méterszer 2 méteres négyzet alakú cinklemez felelt meg, spanyolfalszerűen függőlegesen állítva. Az adó és vevő parabolatükrök is függőleges fókuszvonalal voltak felállítva a kísérletekben. Az F fal és az antennák távolsága kb. 10 méter volt. A reflexiót még elektromos szempontból anizotróp fallal is próbálta. A polarizációnál említett drótrácsot

használta reflektorként. Azt tapasztalta, hogy a vevő szikraközegében nem volt szikra, ha a rács huzaljai merőlegesek voltak az adó szikraközegének egyenesére, viszont erőteljes szikrázást talált, amikor azzal párhuzamosra állította őket. A hullámok *törésének* kimutatásakor a 237/4. ábra szerinti összeállítást használta, több más beállítás után. A prizma törőéle függőleges volt. Alapja egyenlő szárú háromszög 1,2 méteres szárákkal és 30° szárszöggel, azaz törőszöggel. Az egész prizma magassága 1,5 méter volt. Anyaga úgynevezett keményszurok, egy aszfaltszerű anyag volt. Tömege kb. 6 mázsa volt, ezért három fél méter magas darabból készítették. A szurok faláába volt ágyazva, ami nem befolyásolta érdemben a kísérletet. A prizmát állvány tartotta olyan magasan, hogy közepén ment át az optikai tengely, vagyis az adó és vevő szikraközét összekötő vízszintes egyenes. A prizma alapháromszögének súlypontja mint középpont körül 2,5 méter sugarú kört jelöltek ki, amelynek ívén mozgatták ide-oda a vevő parabolatükrének fókuszvonalát. Mint Hertz írja, miután meggyőződött arról, hogy valóban megvalósul a hullámok törésének jelensége, a rendelkezésére álló megfigyelési eredmények alapján a mi 237/4. ábránknak megfelelő helyzetet állította be, ami nem más, mint a *minimális deviációjú* sugármenet. Ő a prizmát még közrefogta két nagy fémlémezzel, egyiket annak törőéle mellé, a másikat a bázis mellé állítva, hogy a vevőbe csak a prizmán keresztül juthassanak hullámok. A minimális deviáció szöge 22° -nak adódott. Felhasználva a törésmutató kiszámítására szolgáló képletet, amelyben δ a minimális deviáció és φ a prizma törőszöge,

$$n = \frac{\sin \frac{\delta + \varphi}{2}}{\sin \frac{\varphi}{2}} = \frac{\sin 26^\circ}{\sin 15^\circ} = 1,69$$

értéket kapott a szurok törésmutatójaként. Hertz megjegyzi, hogy az ilyen anyagok optikai törésmutatója 1,5...1,6-nak van megadva. Méréseinek pontatlansága és a használt anyag tisztátalansága azonban nem enged meg további következtetéseket. Itt nyilván az elektromágneses fényelméletre gondol, vagyis arra, hogy a fény és az általa használt elektromágneses hullámok azonos tulajdonságokkal rendelkeznek. Mint láttuk, kísérletei, ha nem is nagyon pontosan, de meggyőzően bizonyították ezt.

— mutatta ki *Hallwachs* azt, hogy az ultraibolya fénnel megvilágított cinklemez pozitív töltést vesz fel. Ezzel feltárta a fotoeffektus lényegét. Mások is tettek már megfigyeléseket e tárgyban. Például Hertz, Stoletov, Wiedemann és Elbert.

175 évvel ezelőtt, 1813-ban

— alkotta a metronomot *Mälzel*.

— forralt vizet légszivattyúval, és készítette a róla elnevezett kockát a sugárzó hő vizsgálatához *Leslie*.

200 évvel ezelőtt 1788-ban

— dolgozta ki mérlegelési módszereit *Borda*.

Életrajzi adatok

150 évvel ezelőtt, 1838-ban

- június 29-én született Izsákon *Szily Kálmán* magyar elméleti fizikus és nyelvész. Tanulmányait Pesten, illetve Bécsben végezte. A pesti, illetve budapesti műegyetem tanára volt, 1869-től a kísérleti, 1872-től az elméleti fizika rendes tanára. Fizikai vonatkozású dolgozatai a következők: A mechanikai hőelmélet egyenleteinek általános alakjáról. 1867. — A Hamilton-féle elv. 1872. — A hőelmélet második főtétele. 1875. — A telített gőz nyomásának törvényéről 1880. Munkásságával fellendítette a Természettudományi Társulatot. 1868-ban mint főtítkár megindította és a század végéig szerkesztette a Természettudományi Közlönyt. Titkársága alatt indult meg hazánkban a természettudományos könyvkiadás. A Természettudományi Társulat 1880-ban elnökévé választja. Akadémikus, és 1889-től akadémiai főtítkár. Megindítja az Akadémiai Értesítőt. A 90-es évektől kezdve már csak nyelvészeti, nyelvtörténeti dolgokkal foglalkozik. 1904-ben megalapítja a Magyar Nyelvtudományi Társaságot, szerkeszti a Magyar Nyelv című folyóiratot. 1924. július 24-én halt meg, Budapesten.

200 évvel ezelőtt, 1788-ban

- március 8-án született Chatillon-sur-Loing-ben *César Antoine Becquerel*. Hadmérnök, tanár, akadémikus. Elektrokémiai kísérleteket végzett. A korszak problémája az állandó áramot szolgáltató kémiai telep volt. Ő is ezzel foglalkozott. Sikertült elsőként szerkeszteni egy elég jól működő ilyen elemet 1829-ben. Ez három rekeszes tartályból állt, melynek szélső rekeszei egyikében tömény cinkszulfátoldatba merülő cinklemez volt, a másikon salétromsavas rézoldatba merülő rézlemez volt. A középső rekeszben lévő sóoldatot féligáteresztő falak választották el a szélsőktől. Az elem csak gyengén polarizálódott, és így viszonylag tartósan szolgáltatott egyenletes erősségű áramot. Gyakorlati alkotásai közé tartozik még a kétkerceses differenciál-galvanométer; az elektromos méréseknél használt null-módszer; foszforeszcencia-vizsgálat; napszínképvizsgálat. Ő fedezte fel 1827-ben a diamágnésességet. Fia volt Alexander Edmond Becquerel, aki a Peltier-effektussal foglalkozott, s ennek fia volt Antoine Henry Becquerel, a radioaktivitás atyja. César Becquerel, a nagypapa, 1878. január 19-én halt meg Párizsban.
- május 10-én született Broglie-ban *Augustin Jean Fresnel*. Űt- és vízepítési mérnöknek tanult, és egy évtizedig ezzel kereste kenyerét. 1814-től kezdett a fénytani problémákkal foglalkozni. Kísérletei sok pénzébe kerültek, de eredményei, mint tudjuk, korszakalkotóak. Munkásságáról bővebben lehet olvasni például Heller Ágost fizikátörténeti könyvéből. Tüdőbeteg volt, viszonylag korán, 1827. július 14-én halt meg.

A Lorentz-erő szerepe a mozgási indukció jelenségének értelmezésében

Bevezetés

Egy előző közlemény azzal az igénnyel foglalkozott a nyugalmi indukció tanításával, hogy a jelenség egyszerű, tapasztalati szintjét túllépve az elektromágneses mezőben végbemenő változásokra vezesse vissza a jelenség magyarázatát. Ezt tesszük most is egy lényegesen bonyolultabb jelenséggel, a mozgási indukcióval kapcsolatban. Az a célunk, hogy a tanítás számára biztonságos háttérrel adjunk, a témával kapcsolatban minél kevesebb nyitott kérdés maradjon fenn.

A téma tanítását többnyire ugyanazok a tananyagrészek előzik meg, mint a nyugalmi indukció tanítását. Ott összefoglaltuk azokat az ismereteket, amelyekre szükségünk volt. Ezekre hivatkozás nélkül most is támaszkodunk, de két előismeretet külön is ki kell emelnünk.

Előzmények az oktatásban

1. Az áramvezetőre ható Lorentz-erőre vonatkozó

$$F_L = B I l \sin \alpha \quad (1)$$

és a mozgó töltésre ható Lorentz-erőre az

$$F_L = B Q v \sin \alpha \quad (2)$$

összefüggések egymásba átirthatók.

Válasszuk ki a vezető l hosszú darabját, s legyen ebben a vezetődarabban a szabad töltés Q . Legyen szó fémekről, a vezetést szabad elektronok hozzák létre, $Q < 0$. Az 1. ábra szerint a fémbe a szabad elektronok u sebességgel eltolódnak, a vezető keresztmetszetén Δt idő alatt átlépő Δq töltés megegyezik az $u \cdot \Delta t$ hosszúságú vezetőszakaszban lévő szabad töltéssel. A térfogati töltéssűrűség és a vezető keresztmetszete legyen állandó, ezért a két töltés aránya a hosszak arányával egyezik meg:

$$Q : \Delta q = l : u \Delta t.$$

Az áramerősség

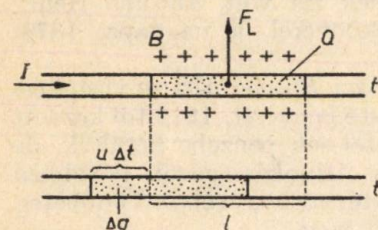
$$I = \Delta q / \Delta t$$

definícióját is felhasználva

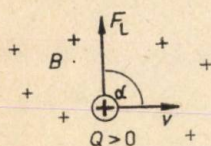
$$Q u = I l \quad (3)$$

összefüggés adódik. Az egyenlet mindkét oldalán álló mennyiséget áramelemnek szokás nevezni, az egyenlet vektori alakban:

$$\vec{Q} u = I \cdot \vec{l}$$



1. ábra



2. ábra

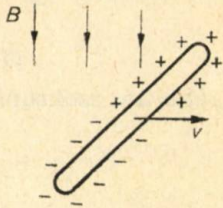
A (3) egyenlet felhasználásával a Lorentz-erő (1) és (2) alakja ekvivalenssé válik.

2. A mozgó töltésre ható Lorentz-erő merőleges a sebességre. A teljesítmény $P = F v \cos \alpha$ definíciója értelmében a Lorentz-erő teljesítménye zérus (2. ábra). Zérus teljesítménnyel bármennyi idő alatt a munkavégzés is zérus, vagyis a Lorentz-erő nem végez munkát:

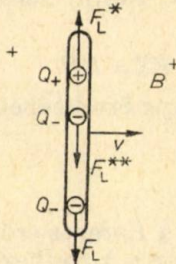
$$W_L = 0 \quad (4)$$

Erőviszonyok mozgási indukciónál

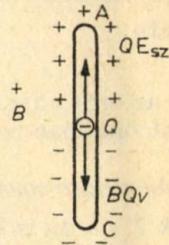
Mozogjon homogén mágneses mezőben az indukcióra merőleges helyzetű, l hosszúságú rúd olyan v sebességgel, amely B -re is és a hossz tengelyre is merőleges. A tapasztalat azt mutatja, hogy a semleges fémrúdban töltésszétválás történik (3. ábra). A 4. ábra a mozgó rudat az indukcióvonalak irányából



3. ábra



4. ábra



5. ábra

mutatja. Jelentse Q_+ a vezetőben lévő kötött pozitív töltést, Q_- a kötött negatív töltést, Q a szabad negatív töltést. A töltésekre ható Lorentz-erőket az ábrába berajzoltuk. A felületi töltésfelhalmozódás olyan töltésektől származó elektromos mezőt hoz létre, melyben az E_{sz} térerősség és a töltés szorzata bármelyik feltüntetett töltésre a Lorentz-erővel egyenlő nagyságú és ellentétes irányú.

$$QE_{sz} = Q B v. \quad (5)$$

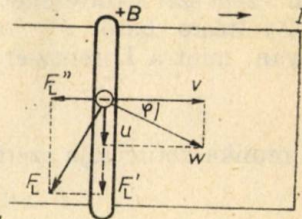
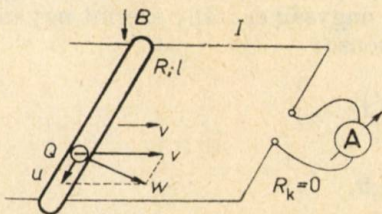
A szabad negatív töltésekre ezt az állapotot az 5. ábra mutatja. Ennek az állapotnak a beállta után mind a töltésekre, mind a rúdra ható elektromos és mágneses természetű erők eredője zérus. Az elektromos mező a rúd belsejében homogén. Csak töltések által keltette elektromos mező van jelen, értelmezhető a rúd két vége közötti feszültség:

$$U_{AC} = E_{sz} l.$$

Pillanatnyilag megmagyarázhatatlan, hogy honnan származik az elektromos mező energiátöbblete. (4) miatt biztos igaz, hogy a Lorentz-erő munkájából nem származhat. Tovább nehezíti az értelmezést az, hogy az (5) egyenletet Q -val osztva az $E_{sz} = B v$ kifejezésben a $B \cdot v$ szorzatot (jelentése a töltésegységre jutó Lorentz-erő) elektromos térerősségnek szokás nevezni, habár semmi olyan jelenségről nincsen szó, ami két elektromos mező szuperpozíciójának feltételezését indokolná.

Keressük tovább az egyszerű, könnyen értelmezhető eseteket! Készítsünk olyan elrendezést, amelynél elektromos mező nincs jelen! Mozogjon az R ellenállású homogén rúd a 6. ábra szerint zérus ellenállású vezetősíneken!

6. ábra



7. ábra

Tapasztalati tény, hogy az ábrán bejelölt irányban áram folyik. A szabad negatív töltés a vezetőben u sebességgel eltolódik, eredő sebessége $w = u + v$. Az erőviszonyok a 7. ábrán felülnézetből láthatók.

A Lorentz-erő $F_L = Q, Bw$, és $\vec{F} \perp \vec{L}w$. A Lorentz-erő két komponensére a következőt kapjuk:

$$\begin{aligned} F'_L &= Q B w \cos \varphi = Q B v, \\ F''_L &= Q B w \sin \varphi = Q B u. \end{aligned} \quad (6)$$

A (3) egyenlet miatt a Lorentz-erő rúdra merőleges komponense még így is írható:

$$F'_L = BIl \quad (7)$$

azt az erőt adja, amit Lenz törvénye értelmében a mozgás gátlására szoktunk mint önállóan fellépő erőt felírni.

Az elektromotoros erő

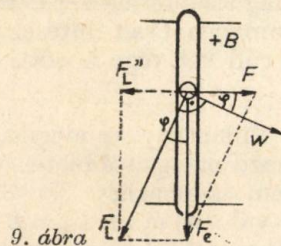
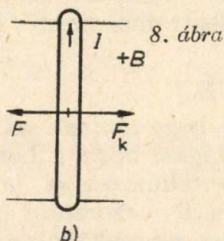
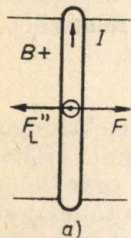
A 7. ábrán is berajzoltuk, hogy a Lorentz-erő merőleges a sebességre, pillanatnyi teljesítménye zérus. Ebből az is következik, hogy az erő két komponensével számolt teljesítmények és a Δt idő alatt végzett munkák ellentétesen egyenlők egymással:

$$\Delta W'_L = -\Delta W''_L = Q B v u \Delta t, \quad (8)$$

és (7) miatt

$$W'_L = -B I l v \Delta t. \quad (9)$$

Tovább úgy jutunk, ha észrevevessük, hogy a szabad Q töltésre más erő is hat. Ez az erő a rúd szerkezeti anyagától származik és a szabad töltést a rúddal együttmozgásra kényszeríti (8. ábra a) része). Ennek az erőnek az



ellenereje a rúdra hat (az ábra b) részlete), és vagy lassítja a rudat, vagy a rúd egyenletes mozgatásához vele egyenlő nagyságú F_k külső erőre van szükség. Végeredményben a töltésre ható F erő és az F_k erő nagyságára a Lorentz-erő F'_L komponensével egyezik meg. Ennek az erőnek a munkája választja szét a töltéseket, és el kell tekintenünk attól a formai zavartól, hogy a Q töltésre ható F_L és F erők eredője nagyság és irány szerint ugyanolyan, mint a Lorentz-erő rúdírányú komponense:

$$\vec{F}_e = \vec{F}_L + \vec{F} (= \vec{F}'_L).$$

A munka definíciója szerint

$$\Delta W = F w \Delta t \cos \varphi = Q B w v \Delta t,$$

és (7) felhasználásával

$$\Delta W = B I l v \Delta t = B l v \Delta q,$$

ahol $\Delta q = I \Delta t$ a Δt idő alatt szétválasztott töltés.

Az elektromotoros erő az egységnyi szétválasztott töltésre jutó munka:

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta W}{\Delta q} = Blv. \quad (10)$$

Az eredmény úgy is értelmezhető, mint a töltésegységre jutó eredő erő vonalösszegzése a rúd két végpontja között. Még az a megjegyzés kívánczik ide, hogy magára hagyott rúd esetében a töltésszétválasztáshoz szükséges munka a rúd kinetikus energiájának csökkenésével jár együtt.

Áramköri törvények

Amennyiben az elektromos áramot elektromos mező hozza létre, úgy érvényes Ohm törvényének differenciális alakja:

$$E = \rho \frac{I}{A}. \quad (11)$$

Az általunk vizsgált egyszerű esetben nem volt jelen elektromos mező. (Legyen most a rúd ellenállása R_b , a sínek ellenállása $R_k = 0$.) A (11) egyenletben a töltésegységre jutó erő (elektromos térerősség) szerepét most a töltésegységre jutó eredő erő veszi át, s erről láttuk, hogy $B \cdot v$ -vel egyenlő.

$$Bv = \rho \frac{I}{A}.$$

Az egyenlet mindkét oldalát a rúd hosszával szorozva Blv az elektromos erőt, $\rho l/A$ a rúd ellenállását adja. Végeredményben:

$$\mathcal{E} = I R_b.$$

Ha a külső ellenállás nem zérus, úgy $B \cdot v$ -hez a töltésfelhalmozódásból származó E_{sz} térerősség is hozzájárul, és együtt képezik a töltésegységre jutó eredő erőt. A negatív töltéssel történő osztás miatt az egységnyi töltésre jutó erők az előző ábrákhoz képest irányt váltanak (10. ábra), és

$$B \cdot v - E_{sz} = \rho \frac{I}{A}.$$

a rúd hosszával szorozva

$$\mathcal{E} - E_{sz}l = I R_b.$$

Az $E_{sz}l = U_{AB}$ és $U_{AB} = I R_k$ összefüggésekkel az

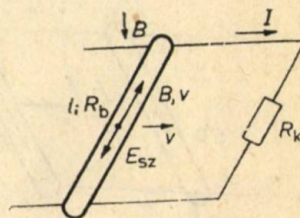
$$\mathcal{E} = U_{AB} + I R_b,$$

$$\mathcal{E} = I (R_b + R_k) \quad (12)$$

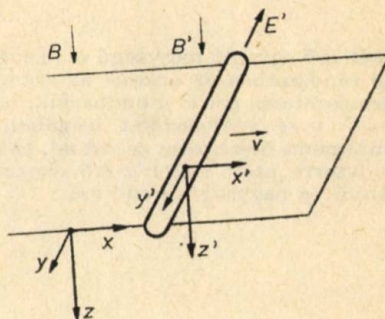
egyenletekhez jutunk. U_{AB} az indukált feszültség. Az indukált feszültség akkor egyenlő az elektromotoros erővel, ha $I = 0$ (nincs áramkör), vagy ha $R_b = 0$. Ezekben az esetekben mondhatjuk, hogy $U_i = Blv \cdot (\sin \alpha)$. A középfokú oktatás általában a (12) egyenletekig jut el.

A jelenség értelmezése együttmozgó vonatkoztatási rendszerben

A 11. ábrán a vesszőtlen vonatkoztatási rendszer a vezetősínhez kötött, a vesszős vonatkoztatási rendszer a vezetőrúddal együtt mozog.



10. ábra



11. ábra

A sínhez kötött vonatkoztatási rendszerben nincs elektromos mező, az indukcióvektor egyetlen zérustól különböző komponense $B_z = B$. Az együttmozgó vonatkoztatási rendszerben elektromos és mágneses mező egyaránt jelen van, a térjellemzőkre vonatkozó Lorentz-transzformáció szerint a nem zérus komponensek a következők:

$$E'_y = -\frac{vB_z}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}, \quad B'_z = \frac{B_z}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad (13)$$

Az együttmozgó vonatkoztatási rendszerben természetesen a rúd sebessége zérus, ezért zérus a Lorentz-erő rúdírányú komponense is. Ugyanakkor elektromos erő lép fel, és mivel a töltés a transzformációval szemben invariáns, az erő alakja:

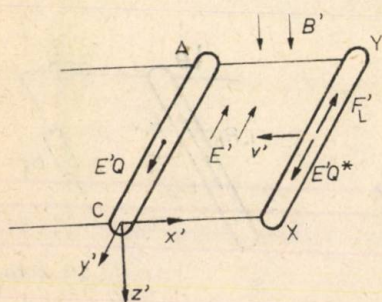
$$F'_y = QE'_y = -\frac{QvB_z}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

Ha ezt az erőt visszatranszformáljuk a 11. ábra vesszőtlen rendszerébe,

$$F_y = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} F'_y = -QvB_z$$

a vesszőtlen rendszerben a Lorentz-erőt kapjuk meg. Ami tehát az együttmozgó vonatkoztatási rendszerben elektromos erő, az az erő az álló rendszerben Lorentz-erőként lép fel. Azok a kijelentéseink tehát, amelyeket előzőleg tettünk arra vonatkozóan, hogy van-e elektromos mező, csak akkor igazak, ha megmondjuk, hogy milyen vonatkoztatási rendszerben akarjuk leírni a jelenséget.

Együttmozgó vonatkoztatási rendszerben a mozgási indukció és az indukált áram leírásának érdekében vizsgáljuk meg azt is, hogy milyen, töltésre ható erők lépnek fel a rúdhoz v sebességgel közeledő $Y-Y$ záróvezetékben. Ennek sebessége a vesszős rendszerben $-v$ (12. ábra). E vezetékszakaszban természetesen elektromos erő is és Lorentz-erő is hat a szabad negatív Q^* töltésre. A két



12. ábra

$$F'_L = Q^*vB' = -\frac{Q^*vB_z}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \text{ és}$$

$$F' = Q^*E' = -\frac{Q^*vB_z}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

A két erő egyenlő nagyságú és ellentétes irányú, eredőjük zérus. A mozgó vonatkoztatási rendszerben az áramot az áramkörben a vezetőrúdban lévő térerősség pumpálja. Természetesen azt is mondhatjuk, hogy mozgó vonatkoztatási rendszerben az $A-C$ és $Y-Y$ vezetékszakaszokat magában foglaló zárt hurokra az elektromos térerősség vonalmenti összegzése zérust ad, és az áramot az $F'n$ (a vessző most a vonatkoztatási rendszerre utal) Lorentz-erő okozza, illetve az előzőekben kifejtettek szerint ilyen irányú és nagyságú eredő erő.

Számításos fizikai feladatok és megoldásuk tanítása

Hadd indítsam fejtegetésemet egy, a témakörre általános érvénnyel bíró idézettel, amely *Az általános iskolai nevelés és oktatás terve* fizikával kapcsolatos *Módszertani alapelvek* című részében így nyert megfogalmazást: „A fizikai ismeretek megszilárdításának és alkalmazásának eszközei a fizika feladatok. Elsősorban olyan feladatokat oldassunk meg a tanulókkal, amelyekben a fizikai tartalom áll előtérben...” Szeretném hangsúlyozni, hogy alap- és középfokú *fizikatanításunk lényege a kísérletező, a memóriára építő természetelsajátítás*. Nem elhanyagolható viszont emellett az a szempont, amely szerint a feladatmegoldásnak nagy szerepe van a tanulók szemléletfejlesztésében, az absztrakcióképesség kimunkálásában. Ezért le kell szögezni, hogy a feladatmegoldás egyúttal jelentős nevelési tényező, személyiségépítő eszköz is. E kettős szerep oktatási és nevelési oldala szoros összefüggésben áll egymással.

Számításos feladatok és megoldásuk

Mit értsünk egyáltalán számításos fizikai feladaton? Egy definíció kereteibe való szorítás helyett — amelyből óhatatlanul találhatunk szellemes kihívót — célszerűbbnek látszik arról szólni, hogy mit ne értsünk annak. „Ha az áram 2 A, az ellenállás 10 ohm, mekkora a feszültség?” kérdést például semmiképpen sem tekinthetjük fizikai feladatnak. Azt viszont igen, hogy „Ha egy 10 ohmos fogyasztón 2 A erősségű áramot mérek, mekkora feszültséget mérhetek — elhanyagolható fogyasztású feszültségmérővel — a fogyasztó kivezetései között?” Minden feladatnak — megszövegezésében is — a valóságról kell szólnia. *Tartalmában fizikai problémát kell hordoznia.*

Az indító idézet — általam kiemelt — „elsősorban” szavát tehát szívesen cserélném a „kizárólag” kifejezésre. Megkérdőjelezem például azokat a középiskolában tárgyalható feladatokat — a villamosságtannál maradvá — amelyek megszámlálhatóan végtelen sok ellenállásból összekapcsolt ellenállássor eredőjét számítják. Kuriozitásként, versenyfeladatként, a matematikai gondolkodás fejlesztése végett természetesen indokolt ilyen feladat. A fizika tárgya szempontjából azonban a feladatoknak *a természet eseményeit, kvantitatív viszonyait* kell tükrözniük. Ennek pedig egyik eszköze az igen körültekintő, precíz köznyelvi megfogalmazás: a valóban fizikai problémát felvető esemény valósághű leírása. Ugyanígy nem tekinthetők fizikai feladatoknak — anélkül, hogy szerepeltetésük szükségességét vitatnánk — az általános iskolák gyakoroltatós táblázatkitöltései.

Nézzük meg ezek után, hogy egy „érdemben” fizikai feladatnak tekinthető probléma megoldását hogyan képzelhetjük el. Mintegy öt mozzanatot lehet relatíve szétválasztani egy feladat megoldása során. A „relative” azt jelenti, hogy egyes feladatoknál jobban, másoknál kevésbé, de elmosódhatnak a mozzanatok határai. A sorrend pedig nem feltétlenül, ám többnyire kronológiai sorrend. Minden lépést tanítanunk kell a tanulóknak, de nem formalitásként.

Mindannyian ismerjük azt a látszólag módszeres — valójában formális — feladatmegoldási szisztémát, amely szerint: „1. Írjuk fel az adatokat, megfelelő jelölésekkel, mértékegységekkel! 2. Írjuk fel, mi az ismeretlen! 3. Húzzuk alá! 4. Keressünk képletet!

(Ilyenkor sok középiskolai osztályban valóságos szél kerekedik a képlettárban való lapozástól.) 5. Fejezzük ki az ismeretlent!...”. Nem folytatom. Emlékeimből Jánossy akadémikus alakja merül föl. Sokszor emlegette, hogy neki egy tanár azzal dicsekedett: olyan jól tudnak tanítványai feladatokkal bánni, hogy azt a feladatot is briliánsan megoldják, amelyek fizikai tartalmáról fogalmuk sincs.

Az első és perdöntő mozzanat, hogy azt a valóságos fizikai eseményt *el tudja tanítványunk képzelni*, amelyről a megfogalmazott probléma szól. A tanításban ez úgy érhető el, hogy minden témakörben oldunk meg olyan feladatot, amely a tanuló megfigyeléseihez, kísérleteihez kapcsolódik. Hogy mennyit, ez természetesen a konkrét körülményektől függ: a tanítási egységtől, a tanulók sajátosságaitól stb.

A második lépés a *tükrözési modellszint megtalálása*. Már a valóságos esemény elemzésénél felmerül, hogy milyen paraméterek lényegesek, mely paraméterektől lehet esetleg eltekinteni. A képzelőerőt segítő itt készítünk rajzot, vázlatot. Sokszor a feladat szövege a modellszintre egyértelműen utal, más esetben — ez a szerencsésebb — ki kell bontatnunk azt a megfogalmazásból. Ha azt olvasom, hogy egy test lecsúszik a lejtőn, akkor valószínűleg azt a testet tömegpontként modellezhetem, ellentétben azzal, hogy ha egy henger gördül le egy lejtőn, amikor világos a merevtest-modell alkalmazhatósága. A természet-törvények valójában a modellszerűen tükröződő objektumokról szólnak és annyiban vonatkoznak a természetre, amilyen mértékben a modell megfelelője a valóságnak.

Így kerül tehát sor — harmadik mozzanatként — a már ismert *törvény — függvénykapcsolat — felidézésére*, és a törvényen belül az egyes fogalmaknak a konkrét feladathoz való *rendelésére*. Ebben a lépésben a fizikai fogalmakat matematikai függvények halmazára képezzük le, a törvényeket ezek kapcsolataira. „Felírjuk a képletet”, „felállítjuk az egyenletet”. Azt mondhatjuk, hogy átmenetileg az adatok, betűk, függvények elveszítik fizikai tartalmukat.

Csak ekkor következik az a lépés, amit sokszor összetévesztünk a fizikafeladat megoldásával: *a matematikai megoldás*. Számos tapasztalatunk van arról, hogy a matematikaórán gördülékennyé gyakorolt eljárások akadoznak a fizikaórákon. Vajon nem azért, mert nem válik szét világosan tanítványaink fejében ez a mozzanat a feladatmegoldás többi elemétől? Hogy az R , a v , az F és társai most már éppen olyan függvények, mint a számtanóra x és y mennyiségei? Minden bizonnyal ezért is.

Az ötödik lépésben ismét „fizikussá válunk”. A számolás eredményeként kapott mennyiséget *fizikai mennyiségként értelmezzük*.

Nem tévesztendő össze ez a fázis az egyszerű ellenőrzéssel. Arról van szó, hogy itt visszafelé járjuk meg az utat az első három mozzanathoz megfelelő lépéssőkön. Kicsiben megfelel ez a forma az elméleti kutatás általános módszereinek.

Nem fölösleges precízkedés például — hogy a fizikai feladat megoldását tizedestörtbe fejtve kérjük megadni. Nincsenek $\sqrt{3}$ A-t mérő árammérők, lg 7 m-t mérő méterrudak. A valós szám tizedestört alakja még a közzététel nagyságrendjét is mutatja.

Módszertani konklúziók

Az első mozzanat kapcsán már említettem, hogy a feladatmegoldás tanításánál döntő jelentőségű eljárása, hogy az egyes lépések gyakorlása a tanulók által elvégzett kísérletekből merített feladatokon történik. Kézenfekvő, hogy a modellezés, a törvényalkalmazás — majd a számolás elvégzése után — az ellenőrzés, értelmezés minden lépcsőfokára kell néhány ilyen — kísérlettel pár-

huzamosan futó — *mintát mutatnunk*. Az utolsó mozzanatnál ilyenkor egy újabb kísérlet zárja a sort: a számított eredmény méréssel való reprodukálása.

A modellezési készség fejlesztése érdekében azonos típusú problémákat tartalmazó feladatokat oldunk meg, különböző modellszinten, az egyszerűbbtől a bonyolultabb felé haladva. Ezeket a feladatokat néha hónapok, esetleg tanévek választják el egymástól, ezért terveznünk kell több év távlatában is a feladatok kiválasztását.

A tanítási gyakorlatban látszólag a legegyszerűbb a harmadik mozzanat kérdése. Többnyire egy tanítási egységen belül gondolkoznak tanítványaink és így könnyen alakulhat ki az a gyakorlat, hogy „no, most lássunk feladatokat az Ohm-törvényre” stb. Adott egy Haydn-téma és Brahms mesternek csak a variációkat kell megírnia. Nem kétségesek a mű értékei, de ennél tovább kell lépünk. Legyen szükséges a feladatokban a korábbi ismeretek felelevenítése, az éppen soron levő törvényektől különböző — optikában mechanikai, villamosságtanban hőtani és így tovább — összefüggések alkalmazása, akár csak egy apró részlet erejéig is.

A negyedik lépésnél — a számítás elvégzésénél — több *epizód szempont* felmerül, megpróbálok ezek közül néhányat csokorba szedni.

a) Az elején már utaltam rá: minden eszközzel kerüljük, hogy ezzel a mozzanattal indulhasson a munka. Még a legegyszerűbb feladatban is *legyen szükség „a képletbe való helyettesítésen” túl a megelőző lépésekre*. Ha általános iskola nyolcadik osztályában gyakorolni akarjuk a sebesség kiszámítását — egyenletes mozgás esetén — az út és az idő ismeretében, akkor „a kerékpáros két másodpercenként érkezik az egymástól tíz méterre ültetett útszéli fákhoz” formában, vagy más, hasonló forgalmazási trükkel érjük el a *valóságtartalmat*.

b) Előfordul, hogy tanítványaink még nincsenek birtokában a megoldáshoz szükséges matematikai ismereteknek. Ez a legkörültekintőbben összehangolt tantervek, tanmenetek esetén is megtörténhet. Mit tegyen a fizikatanár? Várja meg a matematikát? Ellenkezőleg. Ebben a kérdésben a „kisipari” megoldás híve vagyok. Feltétlenül óvatos gonddal, de a fizikaórán ki kell munkálni a szükséges *matematikai kapcsolatot*, a fizikai probléma megoldása által igényelt mélységig. Ne felejtsük el, hogy a viszony sokszor válik fordítottá. Ahhoz, hogy a matematikatanár, egy újabb absztrakciós fokon, a matematika fogalmait kialakítsa, természettudományos fogalmak bázisán léphet sikerrel.

c) Talán vitatható az a véleményem, hogy nem célszerű — különösen a középiskolában szokásos módon — a feladatok matematikai megoldása során, mindenáron „általánosan”, vagyis a konkrét adatok helyett következetesen betűkkel számolni. Legyen ez a feladatmegoldásnak egy magasabb szintje. Legyen ez — de csak a fizikatanítás során felmerülő indokkal — az egyszerűbb megoldás eszköze. Legyen ez, ha szükséges, a diszkusszió eszköze. Ne legyen viszont a fizikai tartalom esetleges elsikkadásáé, az öles algebrai kifejezéseket cipelő, izzadságos gyermekmunkáé. Nem érzem szakmai „sovinizmusnak”, ha a *fizikafeladatban a fizika* és nem a matematika *szempontjai dominálnak*.

d) Az utóbbi időkben a matematikai eljárás — ilyen értelmű — másodlagos voltát a zsebszámológépek alkalmazása is jelzi. Jelezheti ezt az iskolai *számítógépek* forradalmasító megjelenése is. Ügyelni kell, hogy a fizikában ezek is a *természetelsajátítás segítőjeként* funkcionáljanak, ne pedig főszereplőként. Lehetőségeik kihasználása új eszközt ad a fizikatanároknak kezébe — a számításos feladatokkal azonos jelentőségű új eszközt — és mint ilyen eszköz, alkalmazási kérdései egy — vagy inkább több — külön tanulmány kereteibe tartoznak.

e) Ide kívánczik viszont még egy megjegyzés. Ha az első három lépés után kapott összefüggésekből különböző matematikai módszerekkel juthatunk a kér-

dés megoldásához, ezeket ne tekintsük a feladat megoldási változatainak. A harmadik — és részint második — mozzanatban adódik arra lehetőség, hogy egymástól eltérő megoldásokról beszélhessünk.

Az természetesen már további vita tárgyát képezhetné, hogy pl. a munkatétel valóban más törvény-e, mint Newton II. törvénye. Azt hiszem, megállapodhatunk abban, hogy egy más fizikai fogalmakkal — a hangsúly a „fizikai” jelzón van — operáló megoldást tekinthetünk megoldási változatnak.

f) Általában a megoldás harmadik lépésében eldől, hogy milyen matematikai eszközöket veszünk igénybe. Ügyeljünk arra feladataink kiválasztásakor, hogy szerepeljenek olyanok, amelyek segítségével — már az általános iskolában is, de középfokon még inkább — a fizikai mennyiségek *függvényszemléletét* fejleszthetjük. A számítás végrehajtása így nem „képletrendezés”, hanem függvénytulajdonságok matematikai elemzésévé válik.

Közismert egyszerű példák: hogyan változik a kétszer, háromszor akkora élhosszúságú vaskocka alatt a nyomás, vagy: 220 V-os — állandó ellenállású — fogyasztó teljesítménye mekkora lesz 110 V-on és egyáltalán, egy tetszőleges lineáris hálózat adatai hogyan változnak a tápfeszültség függvényében stb.

Hatásos eljárás az ilyen feladatoknál, hogy a „képletszerűen” elvégzett hosszadalmas számítást összevetjük ezzel a változattal. Így valóban alkalmassá tesszük a feladatmegoldást, hogy a „fizikai ismeretek megszilárdításának... eszköze” legyen.

Az utolsó, az „interpretációs” mozzanat metodikai feladatai viszonylag könnyen megragadhatók. Az egyikről már az első részben szóltam: a tanulói vagy tanári kísérlet útján való ellenőrzésről, azokban a feladatokban, amelyeket méréssel, megfigyeléssel indítottunk. Ugyanakkor — más esetekben — már a számítás megkezdése előtt gyakoroltatjuk tanítványainkkal a várható eredmény megbecslését. A merőben téves becslés is hasznos, sőt éppen, hogy indokolja az exakt leírás szükségességét. Ilyenkor is célszerű — egy-két feladatnál, ha van rá módunk — egy rövid, akár csak kvalitatív demonstráció, ahol az eredmény jelenségszinten is bemutatható.

Ehhez a mozzanathoz kapcsolhatjuk végül a hagyományosan *önellenőrzésként* emlegetett eljárásokat is, tehát a „Nem követtem-e el hibát?” kérdésfeltevés megválaszolási kísérletét. Csupán egy eljárással: a dimenziópróbával kapcsolatban szeretnék egy sztereotípiát megemlíteni. Sok tanár gyakorlatához tartozik — a számolás fázisánál már említett „betűs” végigszámolás szigorú parancsa mellett — a mértékegységek szigorú „végigszámolása” a numerikus helyettesítésben. Van, amikor erre szükség van, de végül is érdemes azon elgondolkoznunk, hogy a SI éppen azt a célt szolgálja — és ezt az egy célt minden vitán felül szolgálja —, hogy ez a probléma végtelenül leegyszerűsödjék. Ne tulajdonítsunk tehát ennek döntő tartalmi funkciót, hanem használjuk a dimenziópróbát valóban az ellenőrzés egyik lehetőségeként.

A tartalmi kérdés egészen másutt van. Az általános iskolák hatodik osztályában merül fel először, hogy pl. 54 kg alumínium térfogata miért 20 dm³. „Hic Rodos...”? Ha a választ a negyedik feladatmegoldási fázisban kezdjük, már csak a formális „törttel úgy osztok...” lehetőség marad, amely végig fogja kísérni tanítványainkat további fizikatanulásukban. A kérdés „talpára állítása” az a megfontolás, hogy az alumíniumtömböt 2,7 kg-os részekre felosztva, azt egyúttal 1 dm³-es darabokra is felosztjuk. Csak ez után szabad észrevetetni a tanulókkal, egyfajta megerősítésként, a dimenziók adekvát működését.

Úgy vélem, a számításos feladatok gyakran tapasztalható problémáit jelentősen feloldhatjuk, ha tanításunkban figyelembe vesszük a fenti szempontokat.

Így mind a szaktárgy tartalmi igényeit, mind pedig nevelési feladatainkat jobban szolgálhatjuk. Azt a veszélyt viszont — mint már említettem — ez esetben is kerülnünk kell, hogy a felvázolt struktúrában ismét csak a formális elemeket hangsúlyozzuk. A feladatmegoldás egyes fázisainak elemzése pedig módszertani kultúránk fejlesztésének hatásos formája lehet.

DR. SZENCZI LÁSZLÓNÉ
vezető szaktanácsadó
Szekszárd, IV. sz. Általános Iskola

A 6. osztályos témazáró feladatlapok megoldásának elemzése

A hatékony fejlesztő munka alapja a *konkrét helyzetelemzés*. Szaktárgyi vonatkozásban a témazáró feladatlapok megírása, javítása, tartalmi szaktanári elemzése is ilyen helyzetelemzés. Ennek alapján lehet konkrét feladatokat meghatározni a tantárgy további tanítására, az adott osztály fejlesztésére, a tanulók egyéni problémáinak felszámolására.

Állandó, jogos igényként jelentkezik mind az iskolavezetés, mind a nevelők részéről, hogy saját iskolájuk, osztályuk elért eredményeit tudják valamihez *viszonyítani*. Az új fizika tanterv bevezetésének éveiben *A Fizika Tanítása* című folyóiratunk dr. Zátonyi Sándor által végzett országos reprezentatív mérés alapján keletkezett teljesítményszázalékokat tett közzé. Ehhez tudtunk viszonyítani. Az átdolgozott tankönyvekhez készült témazáró feladatok módosultak. Így nehézkessé vált az összehasonlítás.

Szaktanácsadói munkacsoportunk az 1985/86. tanévben összegyűjtötte Tolna megye negyven iskolájából hatvanöt osztály fizika témazárókban elért teljesítményszázalékait. Az összegyűjtött adatokból megyei átlagot számítottunk. Körlevél formájában eljuttattuk minden fizika szakos kollégához. Így kívántunk segítséget adni a viszonyításhoz, az elemzéssel pedig a további feladatok kijelöléséhez és azok megvalósításához.

Az alábbiakban bemutatom évfolyamonként és témazárónként az egyes feladatokban elért Tolna megyei eredményeket, majd külön foglalkozom a kiemelkedő vagy viszonylag alacsony teljesítményekkel.

6. osztály

I. témakör: Kölcsönhatás, erő, mozgás

Csoport: Létszám:	A 1150	B 1075	C 106
	%	%	%
1. feladat	75,65	67,76	71,92
2. feladat	79,93	59,67	76,43
3. feladat	84,25	78,00	88,23
4. feladat	79,20	67,01	92,07
5. feladat	71,01	52,19	80,50
6. feladat	72,62	67,43	77,22
7. feladat	47,87	52,76	65,93
8. feladat	47,58	45,93	66,87
9. feladat	84,95	78,99	73,38
10. feladat	69,97	54,45	42,82
11. feladat	71,01	55,39	55,87
12. feladat	59,53	70,06	53,72
Összesen	68,58	63,14	68,58

Kiemelkedő eredményt értek el a tanulók az A/2., 3., 4., 9., a B/3., 9., a C/2., 3., 4., 5., 6. feladat megoldásában. E feladatok a termikus kölcsönhatással, a mágneses kölcsönhatással, a tömeggel és az erővel kapcsolatosak.

Alacsony teljesítményt nyújtottak a tanulók az A/7., 8., a B/8., a C/10., 11. feladatban. Az okot abban látjuk, hogy nem kapott kellő hangsúlyt a tanításban e feladatokban levő fogalmak kimunkálása. *További feladat* az alábbiak hangsúlyosabb kezelése:

- A súly és a gravitációs erő fogalma.
- A hatás — ellenhatás törvénye; annak kiemelése, hogy ha két erő két különböző testre hat, akkor nem egyenlítheti ki egymás hatását. Az indokoltatás terén is vannak tennivalóink.
- A test tömege és súlya; a víz tömege és térfogata közti összefüggés tudatosítása szemlélet alapján is.
- A tartóerő és a test súlyának felismerése, az erők megrajzolása.

II. témakör: Az energia, a munka és a hő

Csoport	A	B	C
Létszám	1020	1030	158
	%	%	%
1. feladat	84,15	84,93	89,30
2. feladat	70,83	57,34	74,76
3. feladat	56,22	67,21	73,50
4. feladat	60,90	68,84	25,80
5. feladat	68,95	76,13	82,24
6. feladat	51,10	48,90	38,44
7. feladat	—	—	47,83
Összesen	59,25	61,80	62,21

Kiemelkedő eredményt értek el a tanulók az A/1., a B/1., 5., a C/1., 5. feladat megoldásában. Mindhárom csoport első feladata az energiafajták felismerését igényelte. A C/5. feladat pedig a tanult fizikai mértékegységek ismeretét.

Gyenge eredményt értek el a tanulók az A/7., a B/6., 7., a C/4., 6., 8. feladat megoldásában. Gondot okozott a két test belsőenergia-növekedésének az összehasonlítása azonos hőmérséklet-változás, kétszeres fajhő esetén. Ebből a tapasztalatból adódó *feladatok*:

- A belső energia fogalmának mélyítése.
- A kiszámítás képletének többszöri tartalmi elemzése.
- Az elemzés során jobban kell építenünk a matematikából tanultakra, konkrétan a szorzat tényezőtől függő változásaira;
- Fontos a gondolkodási műveletek (összehasonlítás) tudatos, tervszerű és folyamatos végeztetése.

Probléma volt a belsőenergia-növekedés tömegtől való függésének meglátása. Ennek kiküszöböléséhez is az előzőekben említett módon járulhatunk hozzá, továbbá a hőmérséklettől való függés tudásához is. Igen alacsony a szint a sűrűség kiszámításában. Véleményünk szerint a fő gondot az okozza, hogy a test súlya volt adott, és azt tömegben kellett volna kifejezni. Ebből egyértelműen adódik a fejlesztési feladat: erősíteni kell a tömeg és a súly közötti összefüggést, gyakoroltatni kell egyik mennyiség (súly) másikban való kifejezését (tömeg).

Gondot okozott még a súrlódási erő ellenében végzett munka kiszámítása. Az emelés során végzett munka kiszámításának gyakorlása mellett a súrlódási erő ellenében végzett munka kiszámítására is több gyakorlófeladatot kell adni a tanulóknak. Ezzel bizonyára javítható a teljesítményszint.

III. témakör: Hőjelenségek

Csoport	A	B	C
Létszám	871	878	120
	%	%	%
1. feladat	83,24	81,16	70,32
2. feladat	50,16	63,14	56,17
3. feladat	71,07	56,23	48,52
4. feladat	74,36	66,31	67,16
5. feladat	49,32	51,50	65,24
6. feladat	39,17	35,63	56,27
7. feladat	66,12	57,71	53,03
8. feladat	50,40	52,31	59,00
Összesen	60,48	58,00	59,46

Kiemelkedő a teljesítmény az A/1. és a B/1. feladatnál. Ez azt mutatja, hogy jól ismerik a tanulók a hőmérséklet-változással együttjáró térfogatváltozás gyakorlati alkalmazását és kiválóan indokolják e jelenségeket.

A C/3., az A/5., 6. és a B/6. feladatok alacsony teljesítményszázalékai az alábbi feladatokat jelölik:

- Nagyobb figyelmet kell fordítani a hőmérő működésének magyarázatára, a hőmérséklet-változás kiszámítására.
- Annak kísérleti tapasztalatokkal való erősítésére, hogy a párolgó folyadék hőmérséklete csökken, és lehűti a vele érintkező testet.
- Azonos tömegű, anyagú, hőmérsékletű és különböző halmazállapotban levő testek belsőenergiájának összehasonlítására.

Ha a hatodik osztály három témakörének átlageredményeit vizsgáljuk, *jónak ítéltethetjük meg az eredményeket.* Az első témakörben különösen jók az átlageredmények: A: 68,58%, B: 63,14%, C: 68,58%. A második témakörben kicsit szerényebbek az eredmények: A: 59,25%, B: 61,80%, C: 62,21%. A harmadik témakörben: A: 60,48%, B: 58,00%, C: 59,46%.

Ha az első kiadású témazáró lapokkal végzett országos mérési eredményekhez viszonyítjuk megyei eredményeinket, akkor nagyságrendileg azonos az összteljesítmény. Ez azonban még jobb lehetne *A Fizika Tanításában* közzétett reprezentatív mérési eredményeinek, a feltárt okoknak és módszertani javaslatoknak a figyelembevételével.

A továbbiakban fontos feladatnak tartjuk: folyamatos önképzés során szakfolyóiratunk alaposabb tanulmányozását s a benne megjelenő javaslatok figyelembevételét, alkotó alkalmazását.

CIKKSOROZAT AZ 1986-OS GYŐRI ANKÉTON ELHANGZOTT ELŐADÁSOK ÉS MŰHELYEK ANYAGÁBÓL

A középiskolai fizikatanárok XXIX. ankétját 1986. április 7—9-ig Győrben rendezte meg az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Középiskolai Oktatási Szakcsoportja. A téma — Hullámok minden hullámhosszon — volt. Az előadások és az úgynevezett műhelyfoglalkozások a mechanikai hullámoktól az elektromágneses hullámokon keresztül az anyaghullámokig, szinte minden témakört érintettek, de a fizika egyéb területei is szóba kerültek. A műhelyek — mint az sok kolléga számára ismeretes —, olyan szemináriumszerű foglalkozások, amelyekben 20—25 főnyi résztvevő aktív tevékenységére számít az előadó, aki lehetőséget teremt arra, hogy az ide jelentkezők maguk is kísérletezzenek, vagy feladatok megoldásába bekapcsolódhassanak.

A szervezők szerettek volna HORIZONT címmel egy írásos anyagot összeállítani az ankéton elhangzottakról, de ez különböző körülmények miatt sajnos nem valósulhatott meg. Ezt szeretnénk némileg pótolni azzal, hogy a beérkezett cikkeket folyamatosan leközzöljük A Fizika Tanításában. Elsőként Csillag László (MTA Központi Fizikai Kutató Intézet) két cikkét ajánlom a kollégák figyelmébe, aki előadást és műhelyfoglalkozást is tartott Győrben.

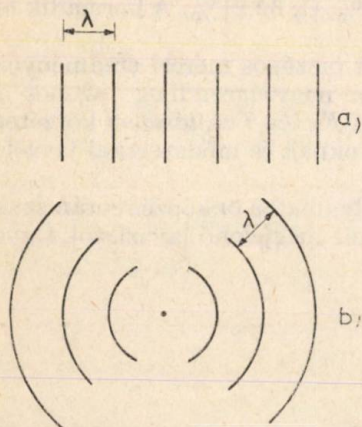
Szerkesztő

Lézerfényhullámok

1. A HAGYOMÁNYOS FÉNY INKOHERENS

A fényről tudjuk, hogy *elektromágneses hullám*; tehát olyan, mint pl. a rádióhullámok, csak hullámhossza ezeknél több nagyságrenddel kisebb.

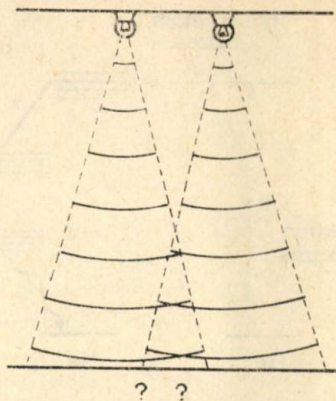
Amikor hullámokról beszélünk, általában idealizált esetekre gondolunk: monokromatikus *síkhullámnál* az azonos fázisú pontok egymást állandó távolságban követő síkfelületek (1a. ábra), *gömbhullámnál* ezek gömbfelületek (1b. ábra). Fényhullámoknál további idealizáció a *fénysugár*, ill. a *párhuzamos sugárnyaláb*; az előbbi olyan síkhullám lenne, melynek keresztirányú mérete elhanyagolható, az utóbbinál pedig e keresztmetszet véges, de állandó. Mindkettő a fényhajlás léte miatt elvileg lehetetlen, de elfogadható jó közelítésnek, amíg a keresztmértet a hullámhossznál lényegesen nagyobb. A rádióhullámok forrása az elektromos töltések rendezett mozgása. A kisugárzott rádióhullám rendezett fázisú, *koherens*. A közönséges fényforrások fénye azonban sok atom (molekula) rendezetlen — egymástól független — mozgásából származik. A kisugárzott fény ezért rendezetlen fázisú, *inkoherens*. A rövid hullámhossz mellett e rendezetlenség az oka annak, hogy a fény hullámsajátságai sokszor rejtve ma-



1. ábra. a) síkhullám, b) gömbhullám (egyszerűség kedvéért az azonos fázisú felületeket vonalszakaszok érzékeltetik)

radnak. Tekintsük a következő gondolkísérletet: egy szoba mennyezetén gyújtunk meg két egymáshoz közeleső lámpát, és vizsgáljuk meg, látunk-e a padlón interferenciacsíkokat (2. ábra)?

A válasz nyilván az, hogy *nem látunk*. Hiszen a lámpák nem pontszerűek, széles hullámhossz-tartományban sugároznak; a két forrásból kiinduló fényhullám relatív fázisa térben és időben véletlenszerűen változik. Ha pl., a padló egy pontjában e két hullám egy adott időpontban éppen erősíti is egymást, a következő időpontban — esetünkben kb. 10^{-14} s idő után — már kioltják egymást. Tehát ha van is interferenciakép, az megfigyelhetetlenül rövid idő alatt kiátlagolódik.

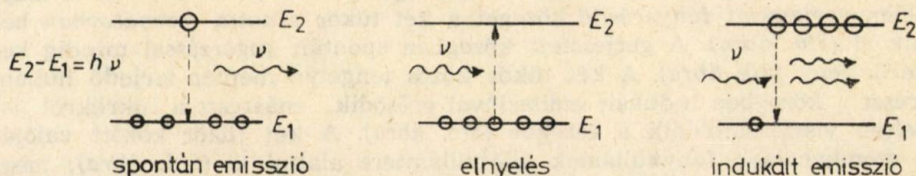


2. ábra. Kétlámpás „gondolkísérlet”

Jó interferenciakísérletet ezért hagyományosan úgy végzünk, hogy kivágjuk egyetlen fényforrás kis részét, és nagy távolságba helyezük el a megfigyelés helyétől (kis nyílás egy lencse fókuszában), a spektrumát pedig színszűrővel vagy monokromátorral leszűkítjük egy keskeny hullámhossz-tartományra. Ily módon „részlegesen koherens” fényhullámhoz juthatunk, de *igen nagy intenzitáscsökkenés árán*. Az ilyen hullámnál a hullámfront térbeli kötöttségének mértékét — az ún. *térbeli* vagy *keresztkoherenciát* — a Young-féle kétréses interferenciakísérlettel, a fázispontok időbeli kötöttségének mértékét — az ún. *időbeli* vagy *longitudinális koherenciát* — a Michelféle interferométeres kísérlettel lehet megállapítani (1. a 3. pontot).

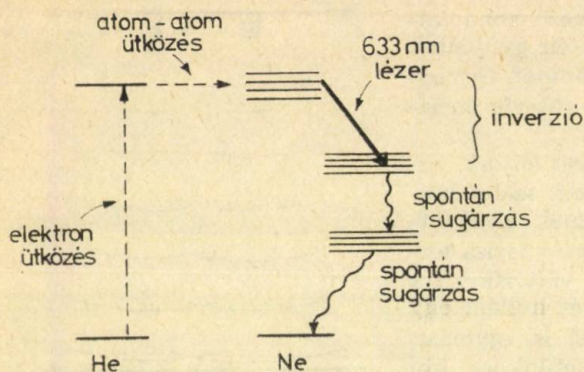
2. A LÉZERFÉNY KOHERENS

A lézerben sikerült az elemi sugárforrások (atomok, molekulák) sugárzását rendezni; ezek azonos irányban, azonos ütemben (hullámhosszon, fázisban) sugároznak. A rendezés az ún. *indukált emisszió* révén jön létre. Az indukált emisszió az elnyelés fordított folyamata; általa a közegben haladó hullám erősödik, míg elnyelésnél gyengül. Az indukált emissziós erősödés akkor múlhatja felül az elnyelést, ha a közegre jellemző rezonáns frekvencián több a sugározni képes (gerjesztett, felső E_2 állapotú) atom, mint az elnyelni képes (gerjesztetlen, alsóbb E_1 állapotú atom) (1. 3. ábrát).



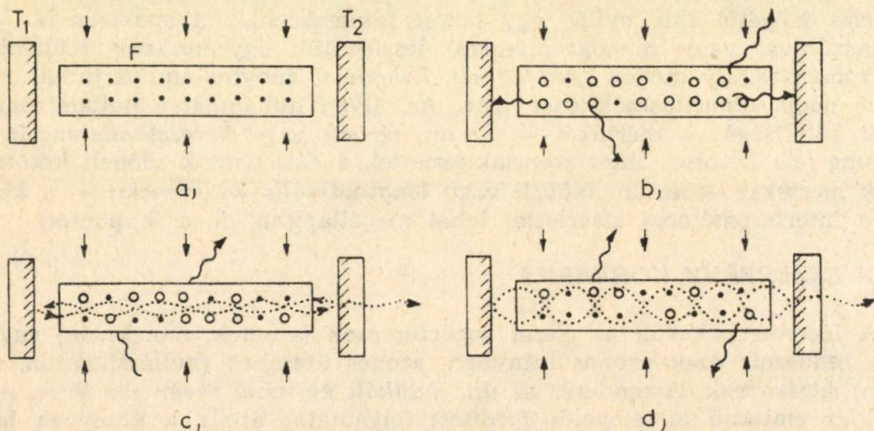
3. ábra. Sugárzási alapfolyamatok vázlatos ábrázolása

Termikus egyensúlyban a részecskeszám növekvő energiák felé exponenciálisan csökken, az erősödés feltétele tehát a termikustól eltérően, ún. *fordított eloszlás*, *inverzió* megvalósulása. Az egyes lézerfajták ezen inverzió létrejöttének módjában és a közegükben különböznek.



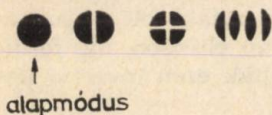
4. ábra. He—Ne lézerben az inverzió kialakulási folyamata: a gázkisülésben elektronütközéssel metastabil He atomok keletkeznek, ezek atom-atom ütközéssel szelektíven gerjesztik az alapállapotú Ne atomokat a felső lézernívóra. Az alsó lézernívó spontán sugárzással ürül

Az iskolai demonstrációban a *hélium—neon lézert* használják. Ez a neon egyik vörös színképvonalán (633 nm-en) sugároz. Az inverzió a felső és alsó lézernívó között, bonyolult ütközési folyamat eredményeként jön létre (4. ábra).



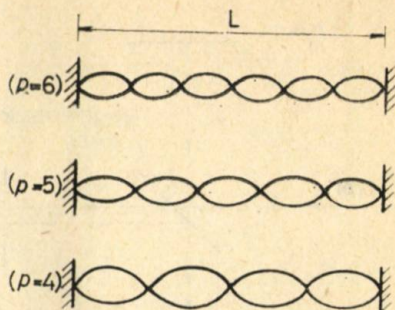
5. ábra. A lézerműködés vázlatos ábrázolása. F : fényerősítő közeg T_1 : 100%-os tükör, T_2 : részben áteresztő tükör, $\uparrow \downarrow$ külső energiapumpálás a közegbe, $\cdot \cdot$ alapállapotú atomok, $\circ \circ$ szelektíven gerjesztet atomok, $\sim$ spontán emisszió, ∞ fény—álló-hullámter a rezonátorban.

Egy lézer felépítését és működését mutatja vázlatosan az 5. ábra. A megfelelően gerjesztett fényerősítő közeg a két tükör alkotta *rezonátorban* helyezik el (5/a. ábra). A gerjesztett közegben spontán sugárzással mindig keletkezik fény (5/b ábra). A két tükör közös tengelye mentén terjedő hullám egyrészt a közegben indukált emisszióval erősödik, másrészt a tükrökről ismételt visszacsatolódik a közegbe (5/c. ábra). A két tükör között valójában szembehaladó fénycsugárak állóhullámter alakul ki (5/d. ábra); meghatározott keresztmetszeti intenzitáseloszlással (ún. *keresztirányú módusok*, l. 6. ábra), illetőleg diszkrét — egymástól kissé eltérő — frekvenciákon (ún. *hosszirányú módusok*, l. 7. ábra).



6. ábra. Néhány transzverzális módus keresztmetszeti intenzitáseloszlása

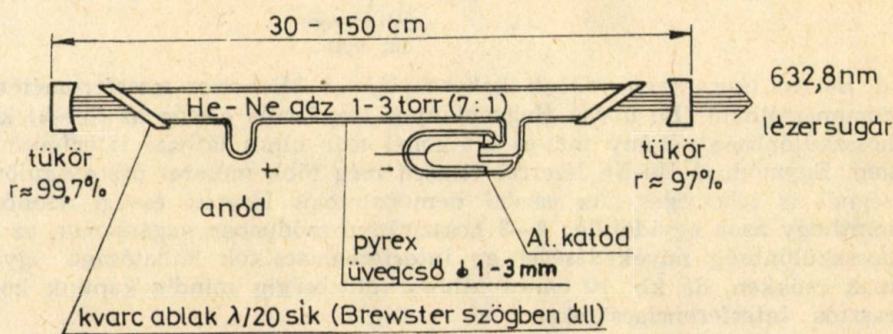
7. ábra. Különböző longitudinál módusok vázlatos ábrázolása $L = p \cdot \lambda/2$, ahol p egész szám. A fényhullámhossz kicsisége miatt a valóságban p igen nagy: $L = 30$ cm, $\lambda = 600$ nm-nél $p \pm 10^6$



A lézerefényhullám a tükrök tengelye által meghatározott irányban lép ki az egyik kissé áteresztő tükrön át, közel párhuzamos nyalábként. A nyalábban az indukált emissziós folyamat révén a — közel sík — fázisfrontok mind térben, mind időben rendezettek; a nyaláb koherens (monokromatikus).

Az iskolákban használatos kis hélium-neon lézerekből kilépő fénysugár átmérője kb. 1 mm, széttartási szöge kb. 1 mrad (a kiszélesedés 1 m-en kb. 1 mm). Rendszerint keresztirányú alpmódusban sugároznak, 2—3 hosszirányú módus oszcillál egyidejűleg. (Két szomszédos módus frekvenciakülönbsége kb. 500 MHz.) A kisugárzott teljesítmény kb. 1 mW. (Összehasonlításul: Hg-lámpa színszűrővel kivágott színképvonalán hasonló párhuzamosságú nyalábbal elérhető teljesítmény ennél kb. tízszer kisebb!)

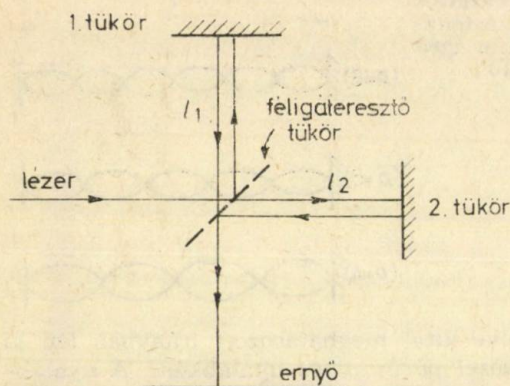
Egy He—Ne lézer felépítési vázlatát mutatja a 8. ábra.



8. ábra. He—Ne lézer felépítési vázlata. Demonstrációs lézereknél a tükrök esetleg közvetlenül a kisülési csőre vannak rögzítve (ablak nélkül)

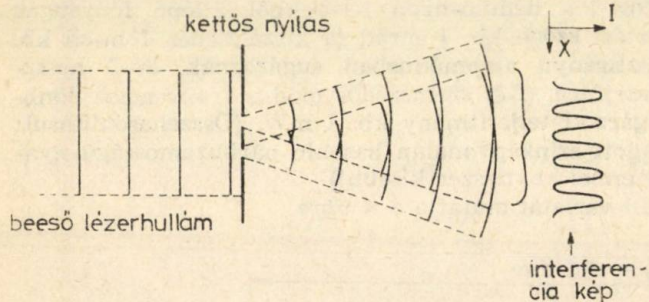
3. LÉZERSAJÁTSÁGOK DEMONSTRÁCIÓJA

- A lézernyaláb keskenysége, párhuzamossága jól demonstrálható a fény útjába fűjt cigarettafüstön, vagy a nyalábkeresztmetszet mérése útján a forrástól különböző távolságokban.
- A párhuzamos nyaláb jól fókuszálható. Néhány cm-es fókuszu lencsével a lézerefény néhányszor $10 \mu\text{m}$ méretre összesűríthető. 20 mW-nál nagyobb lézerteljesítmény esetén a gyufa ily módon meggyújtható. Nagy teljesítményű lézerekkel (100 W—10 kW) ezen az elven kemény anyagokat munkálnak meg.
- A monokromatikusság a lézersugár útjába tett optikai ráccsal demonstrálható. (Az intenzitás arányokat jól érzékeltetheti a Hg-lámpa spektrumával való összehasonlítás).



9. ábra. Young-féle kétnyílásos interferenciakísérlet vázlata

d) A lézernyaláb nagyfokú *keresztirányú koherenciája* a Young-féle interferenciakísérlettel érzékelhető (9. ábra). A kettős nyílást a lézernyaláb útjába téve, a nyílások mögötti térben az elhajlított nyalábok átfedési tartományában nagy kontrasztú interferenciacsíkok jelennek meg. (Megjegyzés: egyetlen keresztirányú módusban működő lézer térbeli koherenciája közel ideális; több keresztirányú módus egyidejű működése esetén a csíkok kontrasztja csökken — a koherencia romlik.)



10. ábra. Michelson interferométerre

e) A He-Ne lézer nagy *időbeli koherenciája* a Michelson-interferométerrel demonstrálható (10. ábra). Hagyományos fényforrás esetén az (l_1-l_2) karhosszkülönbség néhány mm-es értékénél már nincs látható interferenciakép. Egymódusú He-Ne lézerrel viszont még több méteres úthosszkülönbségnél is lehetséges. Az iskolai demonstrációs lézerek esetén azonban, minthogy azok egyidejűleg 2—3 hosszirányú módusban sugároznak, az úthosszkülönbség növekedésével az interferenciacsíkok láthatósága ugyancsak csökken, de kb. 10 cm-es úthosszkülönbségig mindig kapunk kontrasztos interferenciacsíkokat.

4. KÉT LÉZER INTERFERENCIÁJA

Mi várható, ha az 1-ben említett kétlámpás kísérletet lézerekkel akarjuk elvégezni? Ha egymódusú, stabilizált hullámhosszú lézereket alkalmazunk, el lehet érni, hogy a két lézernyaláb átfedési tartományában keletkező interferenciakép kb. 1/1000-ed másodpercig állandó maradjon. Ennél hosszabb időre azonban a relatív fázisingadozások miatt az interferenciakép elmosódik; látni tehát még így sem lehet, legfeljebb lefényképezni.

IRODALOM

- [1] Csillag L.—Kroó N.: A lézerek titkai. „Kozmosz könyvek” Móra Ferenc Ifjúság Könyvkiadó, Bp., 1987.
- [2] Csillag L.: Lézerek és alkalmazásai. „Fizikai ismeretterjesztés” TIT Központi Kiadvány, Bp., 1976/2.
- [3] Csillag L.: A lézersugárról. „A mi világunk” sorozat 65. sz., Táncsics Könyvkiadó, Bp., 1980.
- [4] Sain M.: A fény birodalma. Gondolat Könyvkiadó, Bp., 1980.
- [5] Bemolák K.: A fény. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1981.
- [6] A. Nussbaum—R. A. Phillips: Modern optika. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1982.

Egyszerű demonstrációs készlet fénytani alapismeretek bemutatásához

I. A demonstrációhoz használt lézerek

Az optikai demonstrációnál jelenleg szinte kizárólag a vörös színű fényt sugárzó, kis teljesítményű, folytonos üzemű hélium-neon gázlézereket alkalmaznak. Demonstrációs készletünket mi is ehhez, mégpedig a KFKI által kidolgozott két alaptípushoz terveztük. Ezek fő jellemzőit az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat A KFKI He-Ne lézereinek főbb adatai

Típus	He-Ne 400	He-Ne 1200
Sugárzási hullámhossz (nm)	632,8	30
Teljesítmény (mW)	5	1,30
Nyalábméret ($1/e^2$ pontok között a kimenetnél) (mm)	0,74	0,6
Divergencia (mrad)	1,4	TEM ₀₀
Módusszerkezet		15—16
Axiális módusszám	2—3	125
Módustávolság (Hz)	385	1800
Oscillációs tartomány (MHz)	1200	

Erdemes figyelni az 1. táblázatban arra, hogy a kisebb teljesítményű lézernyaláb átmérője a kilépésnél a nagyobbénak csak kb. a fele, s így teljesítménysűrűsége a lézerhez közel majdnem eléri a nagy lézert. Ugyanakkor a kis lézer divergenciája kb. kétszer nagyobb, s ezért a lézertől távolodva a nyalábnál gyorsabban szélesedik.

II. Az optikai alapjelenségek demonstrációja

Előrebocsátjuk, hogy hagyományos módon is gyönyörűen be lehet mutatni az optikai jelenségeket, de sokkal több fáradsággal és eszközzel, mint a lézer segítségével.

Mi a lézer előnyeit akartuk kihasználni az eszközök egyszerűsítésére. Mint-hogy a keskeny és intenzív nyaláb mindig megmutatja a pillanatnyi beállítást, ezért elhanyagolható az optikai pad, és a mechanikus finomállítók helyett elegendő az emberi kéz. A kis nyalábátmérő miatt általában nem keltenek jó minőségű optikai felületek —, megfelel pl. a közönséges tükör is. A nagy koherencia miatt pedig nincs szükség segédresekre, diafragmákra, szűrőkre stb., az interferencia és elhajlási jelenségek egyszerű eszközökkel is intenzívek, jól láthatók.

Az általunk kidolgozott eszközkészlet egy kb. 45 cm × 35 cm × 20 cm-es fadobozban elfér. A geometriai optika, ill. a fizikai optika alapvető jelenségeinek bemutatására szolgál, de lehetőséget nyújt egyszerűbb mérésekre is. A doboz tartalmát a 2. és 3. táblázatban adtuk meg.

2. táblázat Optikai demonstrációs eszközkészlet

1. Felső tárolólapon:

- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| — 3 db lencse ($f \sim 40$ cm, | — 1 db Al alaplemez, |
| $f \sim 10$ cm, $f \sim 3$ cm), | — 4 db Al talp, |
| — 4 db diatartó állvány, | — 20 db diakeret |
| 2 db szárközdarab, | — 1 db fényvezető szálköteg. |

2. Középen:

— Hartl-korongos füstdoboz (korong $\varnothing$ 24 cm, doboz: $38 \times 27 \times 6$ cm).

3. Alsó tárolólapon:

- Optikai testek a Hartl-koronghoz
plexi: félhenger, II lemez, 60° -os prizma, 90° -os prizma, domború lencse, homorú lencse, levegőlencse, (2 elem),
Al: síktükör,
homorú—domború tükör,
- Összerakható nyalábterelő és osztó,
- Hármas nyalábelosztó.

3. táblázat Diakeretekbe foglalt elemek

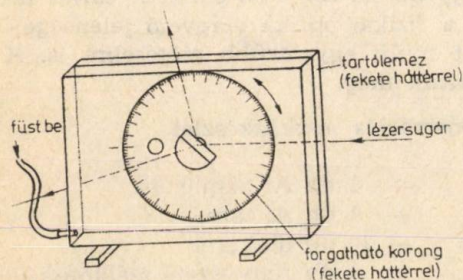
- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Kör alakú nyílások | 11. Fresnel zónalemez |
| 2. Kör alakú tárcsák | 12. Üveglemez |
| 3. Kör alakú lyukpárok | 13. $\square$ szimmetriájú ábra |
| 4. Rések | 14. 30% tükör |
| 5. Sávok | 15. 50% tükör |
| 6. Réspárok | 16. 100% tükör |
| 7. Ötösrések | 17. 100% tükör |
| 8. Optikai rács | 18. 100% tükör |
| 9. Keresztrács | 19. Fresnel-biprizma |
| 10. $\square$ szimmetriájú rácsozat | 20. Hengerlencse |

Geometriai optikai alapjelenségek

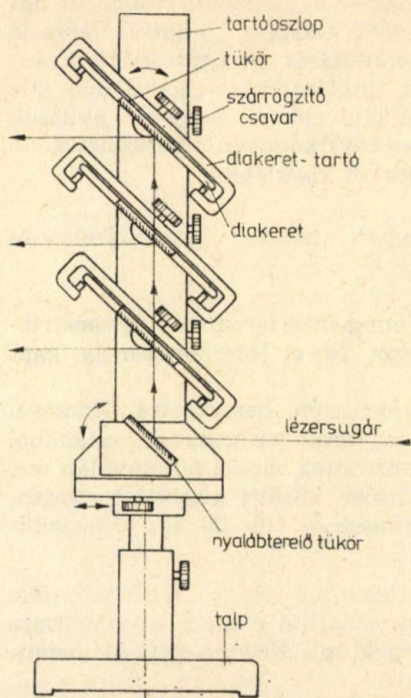
Itt arra törekedtünk, hogy a kísérletek egyszerű eszközökkel könnyen összeállíthatók, ugyanakkor a jelenségek *minél jobban láthatók* legyenek.

Az alapeszköz egy nagyméretű (átmérő 24 cm) 1° osztású, függőleges helyzetű Hartl-korong, mely hátulról vízszintes tengelye körül körbeforgatható. Elölről a korong és tartólemez átlátszó (plexi) fedővel borítható be, s az így kialakuló zárt térben egy gumicsövön keresztül cigarettafüst fújható be, mely órákon át megmarad, s a fényszórás segítségével jól láthatóvá teszi a fény-sugarak útját. A plexiből készült törőtestek, ill. az Al-ból készített tükörtestek csereszabatosan helyezhetők be a korong középpontjába vagy egyik szélére (1. ábra).

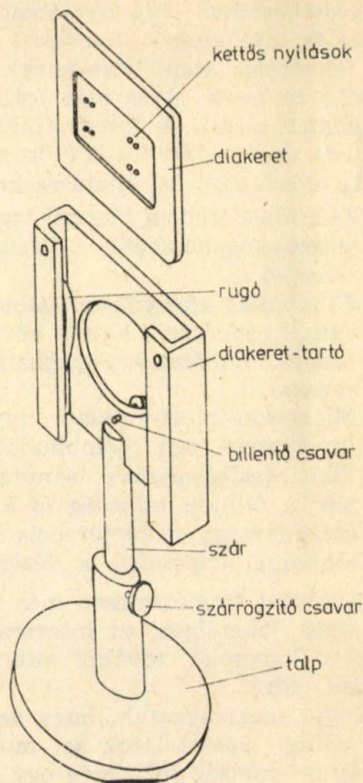
A készletből összeállítható külső nyalábterelő, ill. nyalábosztó segítségével egyetlen, ill. három sugár vezethető rá a mintatestekre (2. ábra). A képal-kotási alapkísérletekben e három sugár metszheti is egymást. A plexi do-bozfedélre fóliát felerősítve felrajzolható a sugármentes, az optikai testek kon-túrja, a beesési merőleges stb., s így kvantitatív mérések is végezhetők.



1. ábra. Hartl-korongos füstdoboz. Az ábrán a fénytörés demonstrációja lát-ható



2. ábra. A háromsugaras nyalábosztó felépítése. A nyalábosztó tükrök reflexiója rendre kb. 30%, 50%, 100%. Ha csak egy sugár van szükség, akkor az első és harmadik diakerettartó hiányzik, s a középsőbe kerül a 100%-os tükör



3. ábra. A diakeret-tartóállvány felépítése. A diakeret felülről az állványba csúszatható. A billentő csavarnak a Michelson interferométer beállításánál van szerepe. Az ábrán a diakeretben a Young-féle kettős környílások láthatók

Az előadás során példaként bemutattuk a következő kísérleteket:

- a fénytörés alaptörvényei (törésmutató, totálreflexió) plexi félhengeres optikai testtel;
- homorú tükör fő sugarai és képalkotási törvénye Al-fémtestekkel; valamint
- homorú levegőlencse fókuszáló sugármenete.

A fizikai optika alapjelenségei

Itt is egyszerűsége törekedtünk: a rések, nyílások stb. fotografikus (rajzolt ábráról fényképezve) készültek, az optikai felületek egyszerű üveglemezek. Kivétel a Fresnel-biprizma, mely optikailag polírozott, az optikai rács, mely készen kapható, és a részben áteresztő tükrök, melyek bevonata dielektrikum rétegrendszer. A nyalábmódosító elemek beállítása az asztalon, egyszerű tologatással oldható meg, semmilyen precíziós állítóelemre nincs szükség. (Kivétel a Michelson-interferométer, ahol a tükrök függőleges tengely körüli forgása még kézzel megoldható, de a vízszintes tengely körüli billentéshez a diatartóba egy kis csavart kellett beépíteni (3. ábra), továbbá ugyanitt az elhelyezés megkönnyítése és a stabilitás növelése érdekében a tartóelemeket egy közös Al-alaplemezen helyeztük el).

A diakeretben lévő nyalábmódosító eszközök — a kiegészítő többcélú optikai és mechanikai elemekkel együtt — lehetővé teszik a *fényinterferencia* és *fényhajlás* alapjelenségeinek kvalitatív bemutatását és egyszerűbb kvantitatív mérések elvégzését (pl. nyílásméreteket, hullámhossz, rácsállandó stb. meghatározását). A fotografikus technika speciális előnye, hogy a nyílások mellett azok negatívjai is (környílás-tárcsa, rács-sáv) könnyen elkészíthetők.

Az előadásban bemutatásra kerültek a következő kísérletek:

- Fényinterferencia Fresnel-biprizmával (ékszőg-meghatározás, átfedési tartományban csíkok, intenzitáseloszlás szerepe)
- Fényhajlás környíláson (átmérőfüggés),
- Fényinterferencia kettős környíláson — Young-interferométer (geometria-függés, hullámhossz-meghatározás, kontraszt és a lézerkoherencia kapcsolata),
- Michelson-interferométer [gyűrűs interferenciakép bemutatása lencsével divergenssé tett (gömbhullám) nyalábbal, egyenlő karhossznál; csíkokból álló interferenciakép bemutatása sík hullámfrontok direkt lézernyaláb esetén; a felületi minőség és a csíkok görbültsége közötti kapcsolat, rezgés-érzékenység; interferencia különböző karhossznál (10—20 cm úthosszkülönbség), kapcsolat a lézerkoherenciával].

A készlet természetesen más kísérleteket is lehetővé tesz (pl. a Fresnel-féle elhajlási jelenségek, az interferenciakép és az elhajlító elemek szimmetriája közötti kapcsolat, további interferenciajelenségek, pl. Newton-gyűrűk bemutatása stb.).

Végül megjegyezzük, hogy az eszközkészletet nem tekintjük befejezettnek. Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy valamivel több variálható elemre lenne szükség (pl. még egy lencsére + tartóelemre), kisebb kiegészítésekkel pedig újabb jelenségköröket is be lehetne mutatni (pl. holográfia).

SZOBROK, EMLÉKTÁBLÁK

A Fizika Tanítása 1986. évf. 6. számától kezdve közöljük a Fórumban olyan szobrok, emléktáblák fényképeit, amelyek valamilyen módon kapcsolódnak a fizika tananyagához.

Szívesen közlünk kollégáink által beküldött fényképeket is.

A most közölt fénykép:

Segner János András orvos és fizikus emléktábláját ábrázolja. A dombormű a szegedi Dóm téren látható.



SZIMULTÁCIÓS SZÁMÍTÓGÉPPROGRAMOK A KÖZÉPISKOLAI FIZIKA TANÍTÁSÁHOZ

A mikroszámítógépek egyidősek a középiskolába készülő tanulókkal, de iskolai alkalmazásuk csak néhány éves múlt-ra tekinthet vissza. A Tudományszervezési és Informatikai Intézet 1983 tavaszán kezdte osztani az iskolaszámítógépeket, azt megelőzően csak kevés középiskolában volt számítógép.

A gépek tervezői, forgalmazói ajánlásokban hangsúlyozottan említik a felhasználási lehetőségek között az oktatás területén való alkalmazást. Ez a folyamat mindenütt úgy kezdődik, hogy a tanárok a gépet forgalmazók által biztosított (igen szerény) programokat megpróbálják hasznosítani, amelyek között ritkán van oktatásban jól alkalmazható. Előbb-utóbb felmerül azonban a saját program készítésének igénye (1).

Úgy véljük, hogy ma már a magyarországi oktatóprogramok jól követik a világ színvonalát, és rövidesen felvehetik vele a versenyt. A nagy szoftverkészítő cégek azt vallják, hogy a szoftver csak akkor jó, ha tanár, méghozzá olyan tanár, aki a célba vett gyermekcsoporthoz hasonló diákokkal foglalkozik (2). Ehhez szeretnénk kedvet csinálni.

A szakirodalom Számítógéppel Segített Oktatás (CAI = Computer Assisted Instruction) néven az alábbi felhasználási területeket javasolja: vizsgáztatások, új ismeretek közlése, gyakoroltatás, szemléltetés, szimuláció (3).

Az első három felhasználási mód jellemzője, hogy a számítógép dialógus programot vezérel. A párbeszédben az ember-gép kapcsolat tipikusan — de nem kizárólag — klaviatúrás inputtal és nyomtatott vagy képernyőn kijelzett outputtal bonyolítható le. Megvalósíthatók olyan rendszerek is, ahol a számítógép különböző médiákat (vetítő, magnetofon, képmagnetofon stb.) vezérel, s ezzel az output szélesebbé, szemléletesebbé válik.

Ez utóbbi elterjedését ma még akadályozza, hogy az átlag fizikatanár tudásától és szabadidejétől több elektronikai ismeret igényel az ilyen kimenetek illesztése (még ha a számítógépekkel szállított, ilyen szempontból hiányos dokumentációt valahonnan kiegészítik is).

A középiskolában vizsgáztató, új ismeret közlő és gyakoroltató programok csak kis számban vannak jelen. Felhasználásuk addig nem is lehetséges, míg a gépek száma iskolánként 1–5 közötti, vagy a géppark igen heterogén.

A szemléltetés a számítógéppel lejátszható modellkísérletek bemutatására épül. Az oktatófilmekkel ellentétben a számítógépes animáció előnye abban nyilvánul meg, hogy a modellezett folyamat paraméterei változtathatók, így a modell viselkedése sokoldalúan demonstrálható.

A szimulációban a szemléltetésen túl a tanulóknak adhatunk lehetőséget a modellparaméterek változtatására. A számítógép ebben a situációban kiegészülhet olyan kezelőszervekkel, amelyek a modellezett rendszerben kerülnek alkalmazásra. A számítógépek relatív alacsony száma miatt eddig a leghatékonyabbak a szemléltető és szimulációs programok voltak. Ezekkel a programokkal a nagyobb létszámú tanulócsoporthoz is eredményesen lehet tanítani, mert nem minden esetben igénylik az egyéni párbeszédet.

Az ilyen tanári demonstrációs programokkal

- a valóságos helyzetek leegyszerűsített másai kezelhetők;

- döntéseket hozhatunk, amelyeknek következményeiről informatív, de kockázatmentes visszacsatolást nyerünk;

- ugyanaz az esemény többször, megváltoztatott feltételekkel lejátszható, így több próbálkozással addig csiszolható egy stratégia, amíg a leghatékonyabb nem lesz;

- a tevékenység időtartama — az oktatás igényének megfelelően — csökkenthető vagy növelhető, azaz, a tevékenység felgyorsítható vagy lassítható;

- az oktatás élvezetessé, azaz kétszeresen motiválóvá válik.

Mivel a tanuló a szimuláció révén az eseményeknek valóban felelős résztvevőivé válnak, a fogalmak kialakítását olyan érzelmi töltés is segíti, amely más módszerekkel nem kelthető fel (4).

A számítógépprogramok órai felhasználása mellett szólni kell a tanulókra gyakorolt egyéb hatásáról is. A személyn számítógépek interaktív rendszere (mint pl. a BASIC nyelv) által a kezdőknek nyújtott próbálkozási lehetőségek a motiváción túlmenően segítik a programozási fogalmak tisztázását és elmélyítését. A kompájer típusú nyelvek (mint az Asszembler vagy PASCAL) is könnyen megtanulhatók, akár tanári segítség nélkül is. Az utóbbival való programírás — mivel időigényes — csak gyakorlás kérdése, s az érdeklődő tanulók jobban ismerik, mint a tanárok.

Egyre több tanulóknak van már otthon számítógépe, s közöttük nagyon sok olyan is van, akinek a programírás a hobbi (mint korábban az elektronika és a rádiózás volt). Többszörösen hasz-

nos, ha az ilyen területen tehetséges tanítványaink nem lövöldözős játékprogramok írásával, hanem oktatóprogramok készítésével töltik szabadidejüket. Meg kell szoknunk, hogy az ifjú számítógépes megszállottak jelentős forrását képezhetik az oktatóknak, azon tanároknak, akik a számítógépek felhasználásával kívánnak foglalkozni.

Az alábbiakban a Debrecenben — általunk — írt programok közül néhány olyat ismertetek, amelyek az említett elvek figyelembevételével, tanulók segítségével készültek, s a fizikai jelenségek szimulációs lehetőségeire mutatnak példát. A programot készítő: Alföldi Attila, Balogh Csaba, Madarász József, Mécsáros Tamás, a Tóth Árpád Gimnázium, Szinyei Gerzson az Ady Endre Gimnázium tanulói. A programozó csoport szakmai irányítását a cikk írója végzi.

I. HULLÁMTANI FOGLALMAK TANÍTÁSA SZÁMÍTÓGÉPPEL

A középiskolai fizikatantervek mindegyike (gimnázium, szakközépiskola és szakmunkásképző) külön fejezetben foglalkozik a mechanika és elektromágneses rezgésekkel, hullámokkal. A folyamatok lényegi részének szemléletes tárgyalása a jól megírt tankönyvek mellett is igen nehéz, mert a jelenségek demonstrálása nagyon bonyolult.

Vannak folyamatok, amelyek PONTOS KIALAKULÁSA bemutatása lehetetlen is (visszaverődés, interferencia, állóhullámok).

A hullámtani fogalmak tanításánál az eddigi gyakorlat az volt, hogy vettünk egy gumikötelet (ajánlani a méterre kapható kerékpár szelepgumit szokták), annak végét periodikusan gerjesztettük és megfigyeltük a kialakuló hullámokat. A káros visszaverődések elkerülése miatt a kötelet asztalra tehetjük, de akkor az osztály többnyire nem látja a jelenséget, a padlóra tett hosszú kötélnél pedig a súrlódás okozta csillapítás zavaró.

Ilyen körülmények között — jobb esetben — a visszaverődést, az egymáson áthaladó zavarok összegzését és az állóhullámokat sikerülhet megfigyelni (az utóbbit a legkönnyebben, de csak a JELENSÉGET, abból pedig, ami észlelhető, a tanulók pontosan a kialakulás lényegét nem látják). Problémát a vizsgált folyamatok gyors lejátszódása, annak lassíthatatlansága és a szigorúan azonos kezdeti feltételekkel való újraindítás bonyolalma jelentett.

A leghíresebb tanszergyártó cégek (PHYWE, ERLANG stb.) és a TANÉRT is többször próbálkoztak hullámszimulátorok elkészítésével, de azok sem csínlak egyebet, mint az egymás mel-

letti pontok csatolását teszik lazábbá (kisebb mágnesek, rugalmas kötelek-rugók stb. közbeiktatásával), hogy a terjedési sebesség kisebb legyen, és valamennyit lassuljon a folyamat. Vannak próbálkozások az ANIMÁCIÓ megfelelő eszközeinek felhasználására is, de az elkészített rajzfilmek csak EGY ADATSORRA kiszámolt és lerajzolt jelenséget mutatnak be. Nem használhatják fel a TÖBBSZÖR, TETTSZÓLEGES KEZDETI FELTÉTELEKKEL való tanulmányozás lehetőségét.

A hullámokkal kapcsolatos, MINDENT átfogó, jó rajzfilmet nem nagyon látni. Ennek oka a mozgásfolyamatok rögzítésében keresendő. Egy ötpéces, 8 mm-es animációs film hosszúsága kb. 14 méter. Ha ez alatt az idő alatt folyamatosan csak a jelenséget akarjuk láttatni 4800 egyedi, állóképfelvételt kell készíteni.

1. A HULLÁMOK CÍMŰ SZIMULÁCIÓS PROGRAM

A mintegy 11 kilobájt terjedelmű programot elsősorban tanári demonstráció céljára, a III. osztályos gimnáziumi fizikaanyag REZGÉSEK—HULLÁMOK című fejezetének tanításához készítettük.

Alkalmas a rezgés- és hullámtani al fogalmak tanítására, valamint — elsősorban a TRANSZVERZÁLIS hullámok jellemzőinek — a TERJEDÉS, HULLÁMHOSSZ, FREKVENCIA, FÁZIS, LÖKES-HULLÁM, SZUPERPOZÍCIÓ, VISSZAVERŐDÉS, INTERFERENCIA, ÁLLÓ-HULLÁMOK és a HULLÁMC SOMAG mozgás közbeni vizsgálatára.

A hullámmozgás ilyen szemléltetése véleményünk szerint azért látszik hatékonyabbnak, mint a valódi kísérlet, mert a modellezett folyamat paramétereit (AMPLITÚDÓ, HULLÁMHOSSZ, FÁZIS, KÖTÉLHOSSZ, a VISSZAVERŐDÉS fajtája és a hullám JELALAKJA) igen könnyen MEGVÁLTOZTATHATÓK. A vizsgált folyamat időben LELASSÍTHATÓ és FELGYORSÍTHATÓ, időbeli sorrendje MEGFORDÍTHATÓ, valamint bármikor MEGÁLLÍTHATÓ, kimerevíthető. A könnyebb megértés kedvéért lehetővé tettük, hogy rajzolás közben — billentyűnyomásra — bármikor KÜLÖN legyen tanulmányozható a szuperpozícióban benn levő hullámok MINDEGYIKE és ezek közül BÄRME-LYEKNEK az ÖSSZEGE is.

A BASIC támogatással működő GÉPI KÓDÚ program 0—127 egység amplitúdójú, 5—500 egység hullámhosszú, tettszóleges kezdőfázisú, periódusszámú és választható jel alakú hullámok szuperpozícióját és visszaverődését mutatja be. A lehetséges hullámformák: SZINUSZ, FÜRÉS, HÄROMSZÖG és NÉGYSZÖG.

Az összeadható hullámok száma négy, melyből kettő balról, kettő jobbról érkezik a képernyőn levő maximum 120 egy-ség hosszúságú rugalmas pontsorra. Az érkező zavar lehet FOLYAMATOS vagy TETSZŐLEGES periódusszám. A kezde-ti értékek beállításánál kiválasztható az összegzésben szereplő hullámok száma és a kötélvégeken fellépő visszaverődés is, de ezek a jellemzők RAJZOLÁS KÖZBEN BÁRMIKOR változtathatók.

Hasonló módon futás közben KINUL-LÁZHATÓ bármelyik hullám, KIMERE-VÍTHETŐ a kép, a kirajzolás gyorsasá-ga a 600 kép/min.-ről LEASSÍTHATÓ 40 kép/min.-ra, majd fokozatosan újra FELGYORSÍTHATÓ. Elsősorban a vé-geken fellépő visszaverődés tanulmányo-zásánál, de az egymáson áthaladó zava-roknál is célszerű a programmal a je-lenséget IDŐBEN megfordítani.

CÉLSZERŰ MEGFIGYELNI:

A) KÉT RUGALMAS ZAVAR ÁTHA-LADÁSA EGYMÁSON.

B) A KÖTÉLVÉGEKEN FELLÉPŐ VISSZAZVERÖDÉST.

C) HALADÓ ÉS VISSZAZVERÖDŐ HULLÁMOK INTERFERENCIÁJA, AZ ÁLLÓHULLÁMOK KIALAKULÁSA.

D) NEM SZINUSZOS HULLÁMOK ELŐÁLLÍTÁSA HARMONIKUS REZ-GESEK ÖSSZEGEKÉNT.

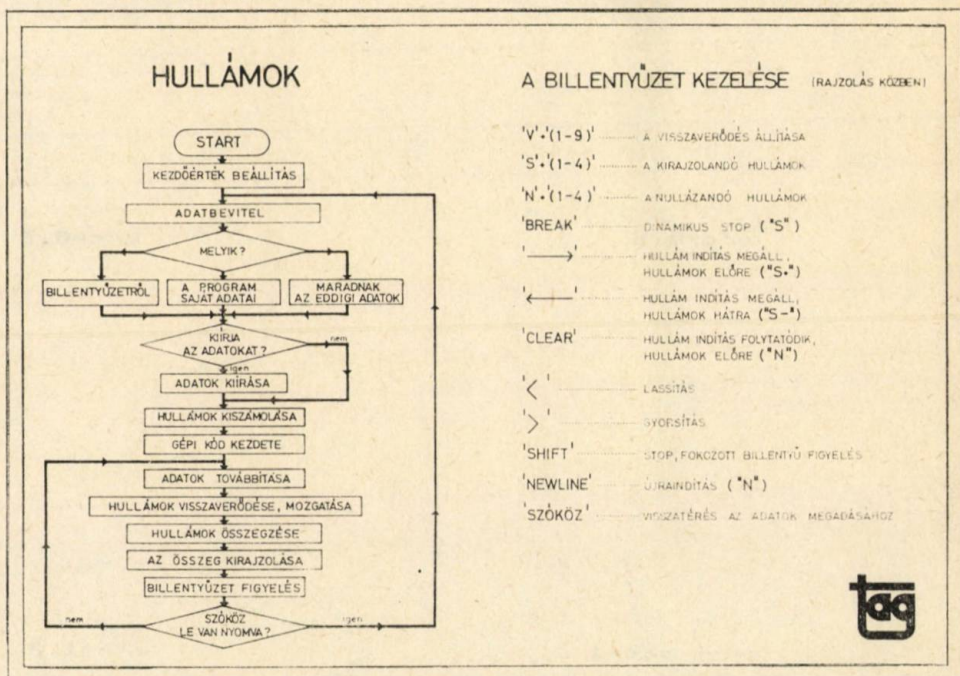
E) LEBEGÉS TANULMÁNYOZÁSA.

Az említett jelenségek bemutatásához alkalmas adatokat a program tartalmazza, de ezektől eltérőekkel is futtathatjuk azt. Felépítése olyan, hogy BASIC szá-molja ki a jelalaknak megfelelő hullám-koordinátákat. Onnan gépi kódú rutin továbbítja az adatokat, mozgatja, összeg-zi és kirajzolja a hullámokat, valamint figyeli a billentyűzetet (1. ábra).

2. FELÜLETEK SAJÁTREZGÉSÉNEK SZIMULÁLÁSA

Ilyen jellegű állóhullámminták létre-hozása a valóságban igen nehéz, pl. ke-retre feszített szappanhártyával, fém-lemezek mágneses gerjesztésével stb. szokott sikerülni. Mindkettő sok gyakor-latot vagy jó kezűességet kíván, de ekkor sem sikerülhet 1—2 csomóvonalnál többet elérni. A programmal több cso-móegyenest, illetve csomókört is létre-hozhatunk, az állóhullámok mozgása tet-szőlegesen lassítható, gyorsítható vagy bármikor megállítható (2. ábra).

A különféle alakú síkok sajátrezgésé-nek ismertetésére a III. osztályban is, de főleg IV. osztályban van szükség. Az Elektron különféle dobozokban című lecke tanításakor. Az elektron állapotai-nak létdimenziós modellje hasonlít a fe-



1. ábra. A hullámok c. HT—10802 és Spectrum program folyamatábrája, valamint billentyűkezelése a gyors mozgatás a gépi kódú rutinnak köszönhető

lületi állóhullám-mintákhoz. Fontos szerepe van itt a csomóvonalak (síkszimmetrikus P állapotok) és a csomóköröknek (gömbszimmetrikus S állapotok). Ha a tanulók megértik a felületeken kialakuló különböző állóhullámokat, akkor egyszerű absztrakcióval eljuthatnak a térbeli általánosításig.

A téglalapon kialakuló rezgéseket szinuszfüggvények transzformációjával generáltuk. Az x és y oldal menti csomóvonalak miatt kialakuló alakzatot $\sin(x) \cdot \sin(y)$ függvény adja. Ahol valamelyik tényező nulla, ott az eredő kitérése is az.

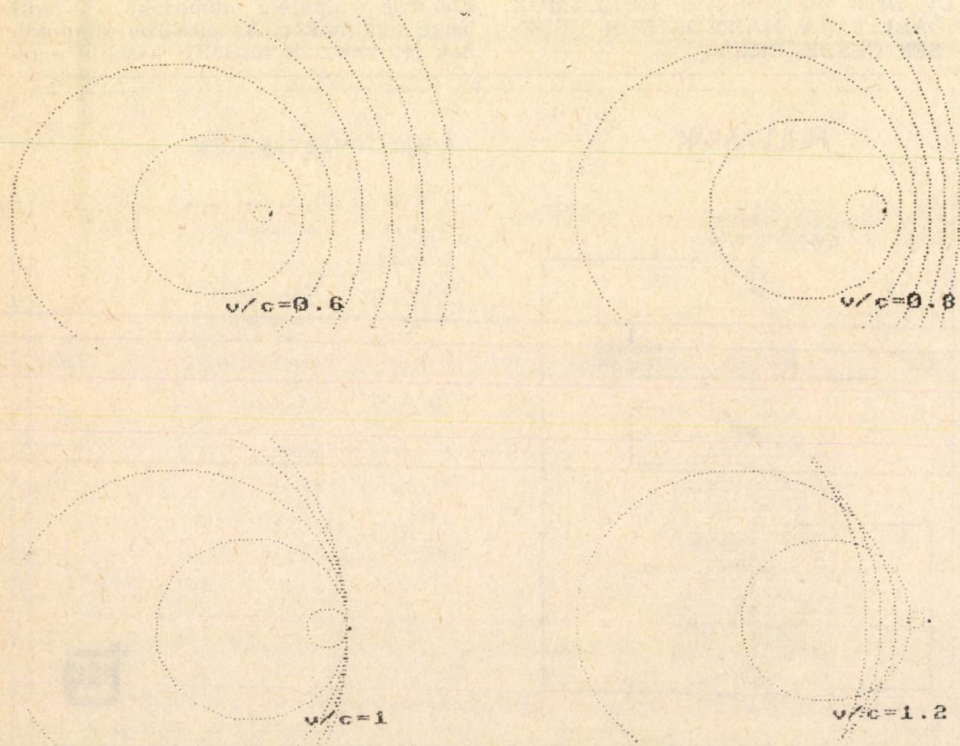
Az így kapott — időben változó alakú — felületet axonometrikusan vetítettük egy síkra, és a gép ezeket a vetületeket rajzolja ki. A mozgásélményt itt is a gyors képváltás kelti. A program felépítése az előzőhöz csak annyiban hasonlít, hogy ez is BASIC és ASSEMBLER részre oszlik, csak itt már teljes képernyőt tároltunk el, s azt változtatjuk. Ilyen elven tetszőleges — a gép memóriája által korlátozott — számú kép rajzolható. A programban öt fázisképet tárolunk. Ennek száma lehetne több is, de

ennyi teljesen elegendő a megfelelő látvány eléréséhez.

A körlemezen lévő állóhullámot egy $F(x)$ függvény y tengely körüli forgatásából kapott felület metszeteinek leképezésével állítottuk elő.

3. DOPPLER-EFFEKTUS SZEMLELTETÉSE:

A jelenséget — közeledő és távolodó járművek kürtjének hangmagasság-változását — minden tanuló ismeri, többen azt is tudják, hogy ez a Doppler-effektussal kapcsolatos. Néhány kísérlet használatos ennek laboratóriumi bemutatására (víz felületén lévő túsorok, mozgó hangforrások stb.), de a folyamat kialakulásának pontos értelmezése megfelelő szemléltetés hiányában többnyire elmarad. A Doppler-effektusnak napjainkban egyre nagyobb a jelentősége. Csillagászkok a vöröseltolódást figyelve tanulmányozzák a világegyetem szerkezetét, s következtetnek további csillagok mozgására, forgására. Járművek sebességmérésekor a visszaverődött jel frekvenciaeltolódását használják fel, az orvosi be-



3. ábra. Doppler-effektus szemléltetése: A kiinduló hullámfrontok jól mutatják a hullámhossz-rövidülést és -csökkenést. A v/c arány az ábrán 0,6—1,2 között változik

rendezések között is van már a vér áramlási sebességét Doppler-elven mérő berendezés. Ha a jelenség matematikai tárgyalása nem is törzsanyag, egy jó szimuláció felejtethetetlen élményt nyújt minden tanulóknak.

Kellő jártasságot szerezve a Sinclair ZX Spectrum gépi kódú programozásában, hozzákezdünk egy olyan program írásához, amely álló és mozgó hullámforrás hullámterét rajzolja meg. A képernyőre szabályos, de méretüket folyamatosan változtató koncentrikus vagy különböző középpontú köröket rajzoltunk fel, így a mozgás irányában való hullámhossz-rövidülés, az ellentétes irányban növekedés, megfelelő hullámforrás-sebesség esetén pedig a hangrobbanás is bemutatható.

Eltérően más programozóktól, mi nem a hanghatások reprodukálására törekedtünk, hanem a hullámtér pontos kirajzolására (3. ábra). Így egyszerűen szemléltethető például az is, hogy ha valaki hangsebességnél gyorsabban haladva furulyázna, majd megáll, a lejátszott daltamot visszafelé hallaná.

A programban a hullámforrás és a hullámsebesség v/c aránya nyolc fokozatban állítható 0-tól 1,4-ig.

A megfelelő működéshez a gép rajzolórutinjait nem használhatjuk, azok helyett gyorsabb, gépi rutinokat készítetünk.

II. NAPFOGYATKOZÁSOK SZIMULÁLÁSA SZÁMÍTÓGÉPPEL

A nap- és holdfogyatkozások ősidők óta a legismertebb és leglátványosabb természeti jelenségek közé tartoznak. Gyakoriságukat tekintve a napfogyatkozások fordulnak elő sűrűbben, évenként legalább kétszer. Legkedvezőbb esetben hét fogyatkozás következik be, ekkor közülük öt napfogyatkozás és kettő holdfogyatkozás, vagy négy napfogyatkozás és három holdfogyatkozás. A napfogyatkozások megfigyelése területén igen szerencsés helyzetben vagyunk. A Nap és a Hold méretei, a Földnek a Naptól és a Holdnak a Földtől való távolsága lehetővé teszi, hogy időnként a Földről nézve a Hold eltakarja a Napot. Ez azért szerencsés, mert a Hold és a Nap látzólagos átmérője közelítőleg megegyeznek.

A holdfogyatkozásokat azonban jobban lehet tanulmányozni, mert a napfogyatkozásokat előidéző árnyékkúp a Föld felszínének mindig csak egy kis részét érinti. Általában a napfogyatkozás leglátványosabb részét — a teljes napfogyatkozást — csak egy, maximum 300 km széles sávban lehet látni. Ezt a sávot nevezzük centrális zónának. Ekkor ettől körülbelül 3000 kilométeres sugarú kör-

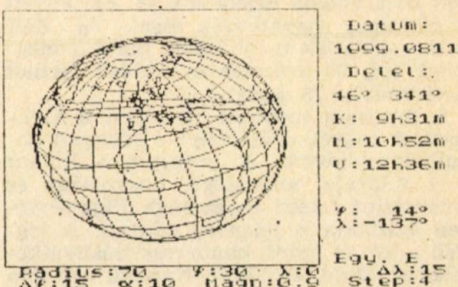
nyezetben még látható részleges fogyatkozás.

A napfogyatkozások előfordulásában már az ókorban felismertek olyan törvényszerűségeket, amelyeket ma is alkalmazhatunk, ha nem törekszünk nagy pontosságra. (18 éves SZÁROSZ-CIKLUS, 11 éves TRITOSZ-ciklus és a 29 éves INOX-ciklus). Ezekkel csak a fogyatkozások tényét lehet előre jelezni (5). Arra, hogy az adott fogyatkozás a Föld mely részéről látható, csak nagyon durva becsléseket lehet adni.

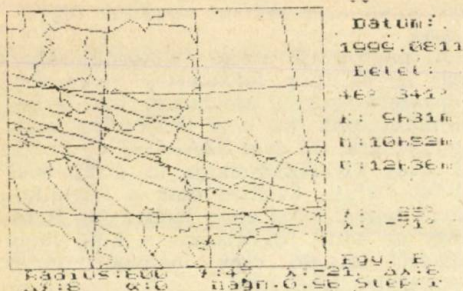
A napfogyatkozások tudományos jelentősége minden korban más és más. Az elmúlt századokban a Nap légkörének külső részét, a napkoronát, csak teljes fogyatkozások alkalmával lehetett tanulmányozni. E korai napspektroszkópia egyik szembeötlő eredménye a második legkönnyebb elem, a hélium felfedezése volt. Mint ismert, a nevét is a Napról kapta: Norman Lockyer angol tudós akadt a nyomára egy 1868-as fogyatkozás alkalmával, felfedezve egy olyan elem jellegzetes színképvonalait, amelyet a Földön addig még nem észleltek. Negyedszázad kellett ezután ahhoz, hogy laboratóriumban is vizsgálhassák az akkor már nevet kapott elemet.

Századunk elején az általános relativitáselmélet kísérleti igazolása miatt újra megnőtt a fogyatkozások jelentősége. A fogyatkozások bekövetkezésének pontos idejéből ma a Hold mozgásának jobb megismerése várható, de napfogyatkozáskor más, még ismeretlen naptulajdonosságok is vizsgálhatók. A hétköznapi ember számára a fogyatkozásoknak kulturáltörténeti jelentősége van.

Már a múlt század második felében THEODOR OPPOLZER osztrák csillagász elektronikus számítógép nélkül ki-



4. ábra. Az 1999. augusztus 11-én bekövetkező napfogyatkozás árnyékkúpjának haladása a Föld felszínén. A centralitási zónán kívül a déli részleges fogyatkozás határa és a két 90 százalékos zónahatár is látható. Az északi részleges fogyatkozás határvonala nem érinti a Földet.



5. ábra. A fogyatkozás delelőpontja az ország déli részére esik. Szeged környékéről nézve a napfogyatkozás 9 óra 31 perckor kezdődik. A teljes fedés 10 óra 52 perckor következik be. 12 óra 36 perckor újból látható a teljes Nap. Legkedvezőbb megfigyelési lehetőségek a Balaton déli partján lesznek.

számította az i. e. 1208-tól i. sz. 2000-ig terjedő 13 200 nap- és holdfogyatkozást. Az ő számítását ismételték meg nagy teljesítményű számítógépekkel néhány évvel ezelőtt JEAN MEES és HERMANN MUCKE, és közzölték az CANNON OF SOLAR ECLIPSE és a CANNON OF LUNAR ECLIPSE című munkájukban (6).

Az általunk készített program segítségével napfogyatkozásoknak az egész Földre vonatkozó láthatósági viszonyait és tetszőleges földrajzi helyekről való láthatóságát lehet előre jelezni, nagy pontossággal az 1900-tól 2100-ig terjedő időszakban (4. ábra). Ez a két évszázad kb. 450 fogyatkozást tartalmaz.

A program első részében a kontinens és országhatárok megrajzolása után az egész Földre vonatkozó láthatóságot rajzoltatjuk ki.

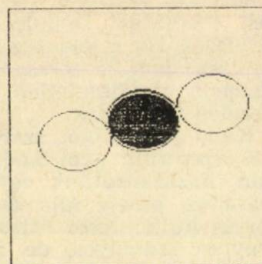
Először a centralitási vonal, vagy nagyobb nagyítás esetén ennek északi és déli határvonala rajzolódik ki. Ezt követi a részleges fogyatkozás északi és déli határvonalának meghúzása, majd a megadott (pl. 80 százalékos) fedésű terület határvonalai (5. ábra).

A program második részében a kíválasztott fogyatkozás helyi viszonyait tanulmányozhatjuk. A program a kívánt hely földrajzi szélessége, hosszúsága és tengerszint feletti magassága függvényében számolja a jelenség adatait. A legelső adat az adott kontaktus bekövetkezésének ideje, ezután a Napnak ekkor a horizont feletti magassága. A harmadik adat a holdkorog irányát megadó pozíciószög (PA) a Nap látszólagos középpontjából nézve. A jelenség maximumának adatai között találhatjuk a fogyatkozás nagyságát (százalékban) és a Hold és a Nap sugarának arányát (rH/rN). Ha ez a mennyiség egynél kisebb, akkor

KEZDETI:
Idő: 9h33m
Magasság: 55°
PA: 284°

MAXIMUM:
Idő: 10h57m
Magasság: 57°
PA: 108°
Nagyság: 97%
 rH/rN : 1.03

VEGE:
Idő: 12h18m
Magasság: 51°
PA: 111°



λ : -21.5 φ : 47.5 Magasság: 121

6. ábra. Tiszta égbolt esetén a Debrecen közelében, körülbelül 121 méter tengerszint feletti lakók így fogják látni a napfogyatkozást. Kezdetre, a Nap horizont felett 55 fokos magassága mellett, 9 óra 33 perckor lesz. A Hold a Napot annak középpontjától nézve 284 fokos irányból közelíti meg. A legnagyobb fedés 10 óra 57 perckor következik be. Ekkor a Hold a Nap 97 százalékát fogja eltakarni. A napfogyatkozásnak 12 h 18'-kor lesz vége. gyűrűs, ellenkező esetben teljes a fogyatkozás.

Az adatok a képernyő bal felső sarkán helyezkednek el. A kép másik részén ugyanezek az adatok találhatók rajzos formában. A középső befestett kör a Napot jelzi. A Holdat a jobb oldali kör a fogyatkozás elején, a középső a maximumkor és a bal oldali a jelenség végén (6. ábra).

A programot a HISOFT cég HP4T 1.6 nevű PASCAL compájlerével készítettük. A program kiinduló adatblokkja egy 1615 elemű vektor, amely a földgömb rajzolásához szükséges koordinátpárokat tartalmazza. Ezeket futás közben számolja át derékszögű koordinátákká. A másik nagy kiindulási adatcsoport az egyes fogyatkozások úgynevezett Bessel-elemei. A program az egyes fogyatkozásokról csak közvetett adatokat tárol kiinduláskor. A görbéket, időpontokat, láthatóságot, szögértékeket csak jelentős mennyiségű számítás után kapjuk meg (7). Itt szeretnénk köszönetet mondani a debreceni MTA CSILLAGÁSZATI KUTATÓINTÉZET NAPPHIZIKAI OBSERVATÓRIUMA vezetőjének és munkatársainak, hogy a program elkészítéséhez szükséges segédleteket rendelkezésünkre bocsátották.

Magyarországról legközelebb 1999. VIII. 11-én következik be napfogyatkozás.

Érdekessége, hogy ez lesz az első teljes fogyatkozás a honfoglalás után, amely az ország jelenlegi területéről megfigyelhető lesz. (Legutóbb a Felvidékről volt látható az 1800-as évek elején). A fogyatkozás delelőpontja az ország déli részére esik. Legkedvezőbb megfigyelési le-

hetőségek a Balaton déli partján lesznek. (Debrecenből a program alapján 97 százalékosra várható a jelenség.)

A fenti programok — a napfogyatkozások kivételével — mozgásukban mutatják az igazi hatást. Ismert, hogy a középiskolákban kevés a Sinclair ZX Spectrum típusú számítógép, ezért megoldottuk ezek videokazettára való felevéltét. A programok szerkesztését úgy alakítottuk ki, hogy a bemenő adatokkal számítógép nélkül is jól használhatók legyenek. Az érdeklődő kollégák, iskolák címünkre írva a programokhoz és a videoanyaghoz is hozzájuthatnak.

IRODALOM

- 1—2. Daines, D.: Thoughts for the Future. DAVIES, P.: Managing the microcomputer in the classroom. Council for Educational Technology, London, 1982.
3. AIKEN, R. M., BRAUN, L.: Into the 80's with microcomputer based learning. = Computer, 1980.
4. DOERR, Ch.: Instructional simulation. Hayden Book Company, Inc. 1979.
5. KULIN GYÖRGY—RÓKA GEDEON: A távcső világa. Gondolat, 1980.
- 6—7. JEAN MEEUS—HERMANN MUCKE: Cannon of Solar eclipses. JEAN MEEUS: Astronomical formulae for calculators. Astronomische büro, 1983. Wien.

KERTÉSZ BÉLA

tanár, fizika szaktanácsadó Debrecen, Tóth Árpád Gimnázium, Megyei Ped. Int.

Fórum

Az Általános iskolai fizikatanári ankét és eszközkiállítás 1988. június 27—29-én lesz Debrecenben. Központi téma: *Kísérlet és elmélet*. Jelentkezni az iskolákhoz 1988. január 31-ig kiküldött lapokon vagy az ELFT fizikus naptárában található jelentkezési íven lehet.

ELFT Általános iskolai szakcsoportja

*

A C—16, Plus/4 az általános iskolai fizikatanításban című könyv a Novotrade zikatanításban című könyv a *Novotrade Deltasoft Irodánál* rendelhető meg (1132 Budapest, Kresz Géza u. 14.). Ára: 163,— Ft. A könyvről készült prospektust a Novotrade megküldte valamennyi iskolának, és ismertetés jelent meg róla A Fizika tanítása 1987. évf. 2. számában. A könyvben közölt 46 program mágneslemezen, illetve kazettán is megvásárolható. A mágneslemez ára: 420,— Ft, a kazetta ára: 249,— Ft.

СОДЕРЖАНИЕ

Легради Имре: Годовщины	1
Д-р Надь Ласло: Роль силы Лоренца в толковании явления кинетической индукции	6
Д-р Сомбаши Миклош: Расчетные задания по физике и обучение их решению	11
Д-р Сенци Ласло: Анализ решений тестов для заключения темы в 6-ом классе	15
Д-р Чиллаг Ласло: Волны лазерного света	18
Д-р Чиллаг Ласло—Д-р Тороцкай Жолт: Простой демонстрационный набор для показа основных экспериментов по оптике	23
Уголок идей (Кертész Бела)	27
Форум	B/3

INHALT

Légrádi Imre: Jahrestage	1
Dr. Nagy László: Die Rolle des Lorentzches Kraftes in der Interpretierung des Phänomens der Bewegungsinduktion	6
Dr. Szombathy Miklós: Der Unterricht von Physikaufgaben mit Rechnung sowie ihrer Lösung	11
Dr. Szenczi Lászlóné: Analyse der Lösung der themaabschießenden Aufgabenblätter in der 6. Klasse	15
Dr. Csillag László: Laserlichtwellen	18
Dr. Csillag László—Dr. Toroczka Zsolt: Einfaches Demonstrationsmittel zur Vorführung optischer Grundexperimente	23
Praktischer Winkel (Kertész Béla)	27
Forum	B/3

Felhívjuk olvasóink figyelmét!

<i>Bonifert Domonkosné—Halász Tibor—Miskolczi Józsefné—Molnár Györgyné: Fizikai kísérletek és feladatok általános iskolásoknak (Rsz.: 8094)</i>	Fűzve: 37,— Ft
<i>Budó Ágoston: Kísérleti fizika I. (Rsz.: 4292/I.)</i>	Kötve: 63,— Ft
<i>Budó Ágoston: Kísérleti fizika II. (Rsz.: 4292/II.)</i>	Kötve: 51,— Ft
<i>Budó—Mátrai: Kísérleti fizika III. (Rsz.: 4292/III.)</i>	Kötve: 73,— Ft
<i>Dér—Radnai—Soós: Fizikai feladatok I. (Rsz.: 8175/I.)</i>	Fűzve: 42,— Ft
<i>Dér—Radnai—Soós: Fizikai feladatok II. (Rsz.: 8175/II.)</i>	Fűzve: 39,— Ft
<i>Halász Tibor—Kovács László—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Tanári kézikönyv. FIZIKA 6. osztály (Rsz.: 83 109)</i>	Fűzve: 31,— Ft
<i>Halász Tibor—Kovács László—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Tanári kézikönyv. FIZIKA 7. osztály (Rsz.: 83 036/I.)</i>	Fűzve: 31,— Ft
<i>Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. I. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához. (8077/I.)</i>	Kötve: 45,— Ft
<i>Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. II. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához. (8077/II.)</i>	Kötve: 31,— Ft
<i>Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. III. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához. (8077/III.)</i>	Kötve: 43,— Ft
<i>L. D. Landau—E. M. Lifsic: Mechanika Elméleti fizika I. (Rsz.: 42 221/I.)</i>	Kötve: 39,— Ft
<i>L. D. Landau—E. M. Lifsic: Klasszikus erőterek Elméleti fizika II. (Rsz.: 42 221/II.)</i>	Kötve: 60,— Ft
<i>L. D. Landau—E. M. Lifsic: Kvantumtechnika Nem relativisztikus elmélet. Elméleti fizika III. (Rsz.: 42 221/III.)</i>	Kötve: 86,— Ft
<i>V. B. Bereteckij—E. Lifsic—L. P. Pitajevszkij: Relativisztikus kvantumelmélet. Elméleti fizika IV. (Rsz.: 42 221/IV.)</i>	Kötve: 84,— Ft
<i>L. D. Landau—E. M. Lifsic: Statisztikus fizika I. Elméleti fizika V. (Rsz.: 42 221/V.)</i>	Kötve: 85,— Ft
<i>L. D. Landau—E. M. Lifsic: Hidrodinamika Elméleti fizika VI. (Rsz.: 42 221/VI.)</i>	Kötve: 78,— Ft
<i>L. D. Landau—E. M. Lifsic: Rugalmasságtan Elméleti fizika VII. (Rsz.: 42 221/VII.)</i>	Kötve: 32,— Ft
<i>Zátonyi Sándor: A fizikai feladatok megoldása és a tanulók gondolkodása (Rsz.: 52 965)</i>	Fűzve: 24,— Ft
<i>Zátonyi Sándor: Az előismerettől a tudásig (Rsz.: 53 025)</i>	Fűzve: 36,— Ft

Beszerezhetők, illetve előjegyezhetők a KÖNYVESBOLTOKBAN!

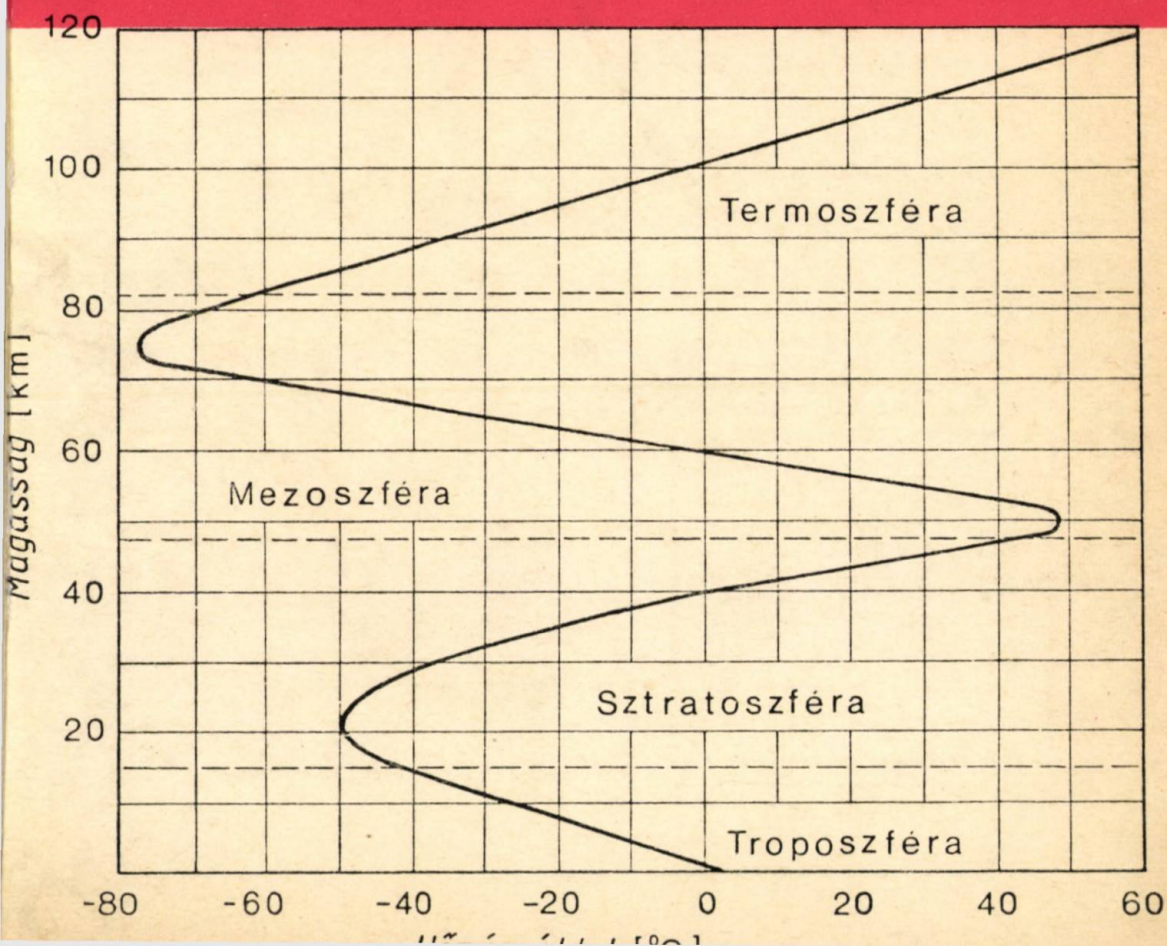
A

2 1988
XXVII. évf.

FIZIKA TANÍTÁSA



A Művelődési Minisztérium módszertani folyóirata



A FIZIKA TANÍTÁSA

A MŰVELŐDÉSI MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

FELELŐS SZERKESZTŐ:

DR. GECSŐ ERVIN

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

GERGELY PÉTER, DR. KEDVES FERENC, KOVÁCS LÓRÁNT, DR. LITZ JÓZSEFNE, PÁHÁN ISTVÁN, DR. PAÁL TAMÁS, DR. TASNÁDI PÉTER, DR. VIDÓ IMRE, VIG ISTVÁN, DR. WIEDEMANN LÁSZLÓ, DR. ZATONYI SÁNDOR.

Szerkesztőség: Országos Pedagógiai Intézet 1406 Budapest, Pf.: 33. Gorkij fasor 17—21. — Telefon: 211-200. — Kiadja: a Tankönyvkiadó, 1055 Budapest, V., Szalay utca 10—14. — A kiadásért felelős: a Tankönyvkiadó igazgatója. — Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető: bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél és a Posta Központi Hírlaprodánál (postacím: Budapest, V., József nádor tér 1. — 1900) személyesen vagy postautalványon, valamint átutalással, a HELIR 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra.

Előfizetési díj egy évre: 42,— Ft

Réval Nyomda Egri Gyáregysége,
Eger. Igazgató: Horváth Józsefné dr.
88. 205

ISSN 0428—5336

Szerkesztői üzenet:

Kérjük a kartársakat, hogy közlésre szánt cikkeiket gépelve, két példányban küldjék meg a szerkesztőség fenti címére, a lakásuk és munkahelyük, valamint személyi számuk pontos feltüntetésével. — A papírlapnak csak egyik oldalára, kettes sortávolsággal írjanak! Egy-egy oldalra 30 sort gépeljenek! A sor hossza 66 betűhely. A cikkek terjedelme legfeljebb 6—8 gépelt oldal lehet. A rajzokat, táblázatokat külön lapon, megfelelő ábraszöveggel (aláírással) ellátva küldjék be!

Kéziratot nem őrzünk meg és nem adunk vissza!

TARTALOM

Cikksorozat az 1986-os győri anketon elhangzott előadások és műhelyek anyagából	33
Dr. Tarnóczy Tamás: Akusztikai alapfogalmak	33
Dr. Nagy Mihály: Kísérletek a nukleáris nyomdetektoros alapkészlettel	40
Dr. Molnár Miklós—Dr. Papp Katalin: Atomfizikai mérések, számítógépes szimulációk a IV. osztályos gimnáziumi fizikához	42
Dr. Kotek László: Barangolás a p — V -diagram egyenesei mentén (Ideális gázok)	48
Takács Gábor: Egy helytelenül értelmezett matematikai feladat mint bonyolult fizikai probléma ..	53
Ötletsarok (Agócs László, Trencsényi Miklós, Katona István)	59
Könyvismertetés (Dr. Kiss Sándor) .	64
In memoriam! ANTAL JÁNOS (Balogh Lászlóné)	B/4

Címképünk:

Tarnóczy Tamás: Akusztikai alapfogalmak c. cikk 2. ábrája. A föld körüli légkör rétegei jellegzetes hőmérsékleti eloszlása a magasság függvényében, közvetlen mérések alapján. Az adatok évszak, földrajzi helyzet és egyéb körülmények szerint változnak

DR. TARNÓCZY TAMÁS
MTA Természettudományos Kutatólabor

Akusztikai alafogalmak

BEVEZETÉS

A hang mechanikai rezgés, szakszerűbben kifejezve: a rugalmas közeg zavarási állapota, amely a közegben tovaterjed. A magyar szóhasználatban ugyan csak a 20—20 000 Hz közötti levegőrezgéseket tekintjük hangnak, de az infrahangok, hallható hangok, ultrahangok és hiperhangok tartománya legalább 13 nagyságrendet fog át, 0,1 Hz-től 10^{12} Hz-ig. A fizikai tartalomtól mégis van a hangnak egy szűkebb fogalmi köre is: a bennünk kiváltott érzet.

Az akusztika szerepe az életünkben és a tudományban sokkal nagyobb, mint gondolnánk. Az infrahangoknak számos biológiai hatásáról tudunk, de a részletes vizsgálatokat csak az utóbbi időkben indították meg. A hallható hangok tartományába eső beszéd az emberi kapcsolatok legközvetlenebb formája, a társadalom összetartó ereje. A zene a művészetek legbensőnköz szoló ága, a mai zajos világ pedig életünk megkeserítője. Az akusztika leg-lényegesebb kutatási területei ezért a hallható hangok tartományába esnek. Amellett az egész elektroakusztikai ipar is ezt a területet szolgálja.

Az ultrahangok egészen más világot tárnak föl. Az anyagvizsgálat, a mérés-technika, a biológiai hatások és a diagnosztika számos területén nélkülöz-hetetlen munkaeszközzé vált az ultrahang. A hiperhangok töltik ki azt a hézagot, amely azelőtt a mechanika és a termikus, sőt elektromos jelenségek között megvolt, hiszen ezeknek a hullámoknak rácsállandó méretű hullám-hosszuk van, és ezáltal számos érdekes és újszerű fizikai kölcsönhatásra deríte-nek fényt (fononok).

HANGSEBESSÉG

Egyelőre foglalkozzunk a fizikai hangfogalommal! Hang csak rugalmas kö-zegben jöhet létre. Azonban másként alakul a helyzet szilárd testekben, mint folyékony és légnemű közegekben. Az utóbbiaknak csak térfogati ru-galmasságuk van, tehát a zavarási állapot változása terjedési irányú (longi-tudinális), és a terjedési sebességet (c) az adiabatikus összenyomhatóság (K) határozza meg

$$c = \sqrt{1/K\rho_0}$$

összefüggés szerint, ahol ρ_0 a közeg nyugalmi sűrűsége. Ideális gázokra a faj-hőviszony (κ) segítségével gyakorlatilag használhatóbb képletet nyerünk a terjedési sebességre, és pedig

$$c = \sqrt{\kappa p_0/\rho_0}$$

ahol p_0 a közeg nyugalmi nyomása. Ebből rögtön látható, hogy a terjedés se-bességének erős hőmérsékleti függése van.

Szilárd testekben a helyzet sokkal bonyolultabb, mert ezeknek alaki ru-galmasságuk is van. Ennek következtében nemcsak hosszanti irányú hullá-

mok keletkeznek a zavarás hatására, hanem pl. harántirányú, felületi és csavarási hullámok is, tehát megosztva ilyen formában is terjed a hangenergia. Az adiabatikus összenyomhatóság szerepét a Young-modulus (E) veszi át, a legegyszerűbb terjedési formula

$$c = \sqrt{E/\rho_0}$$

a közel egydimenziós alakzatokban (például rudakban) keletkező nyomási-tágulási (nagyjából longidutinális) hullámok terjedési sebessége. A többi fajta hullám sebességét a Poisson-állandó módosítja, és pedig a térbeli hosszanti hullámok esetén nagyobbra, minden más esetben kisebbre.

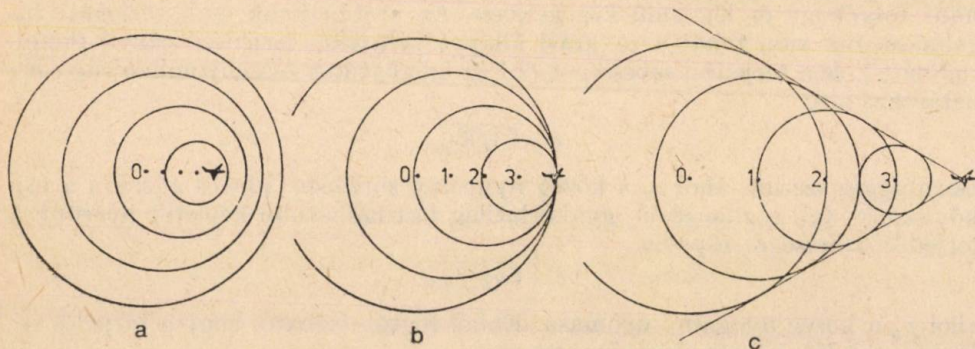
A hang terjedési sebessége gázokban a legkisebb, általában 200–500 m/s, de ez erősen függ a hőmérséklettől. A hőmérsékleti változás pozitív és hőfokonként 0,5–0,6 m/s körüli. Például levegőben a hangsebesség -15°C -on 322,5 m/s, $+15^\circ\text{C}$ -on pedig 340,8 m/s. Könnyen kiszámítható, hogy mesterséges körülmények között, mondjuk 200°C -on már 437 m/s lesz a sebesség értéke. A hidrogén (H_2) a gázok között nagyon különösen viselkedik: 0°C -on a terjedés sebessége 1284 m/s, és a hőmérsékleti emelkedés is rohamos, 2,2 m/s grad.

Folyadékokban a hangsebesség alakulása nem ennyire változatos, átlagban 1000–1500 m/s közötti. A hőmérsékleti változás a közismert folyadékokra erős és mindig negatív. Ezúttal a víz jelenti a kivételt, mert annak pozitív a hőmérsékleti függése. Víz és alkohol megfelelő keverékéből — természetesen csak a folyadékfázis határain belül — hőmérséklettől független hangsebességű folyadék állítható elő.

Szilárd testekben a legnagyobb a hang terjedési sebessége. Ez azonban a hullámfajta szerint változik. A hosszanti hullámok 3000–7000 m/s sebességgel haladnak (a leggyorsabban egyes kőzetekben, acélban és alumíniumban), de különleges kerámiafajtákban a 10 000 m/s értéket is eléri. A haránthullámok haladási sebessége ennek általában a fele.

TERJEDÉSI JELENSÉGEK LEVEGŐBEN

Mozgó hangforrások okozta legfontosabb jelenség a Doppler-hatás, amit mindennap tapasztalunk. Néhány évtizede megismertük a hangrobbanás jelenségét, amit a hangnál gyorsabb (újságírói szóval „szuperszonikus”) repülőgépek keltenek. De régóta ismert a lövedékek sívító kísérőjelensége, a fejhullám is. Ez a három jelenség összetartozik, amint azt az 1. ábrán szemléltetjük. Ha a

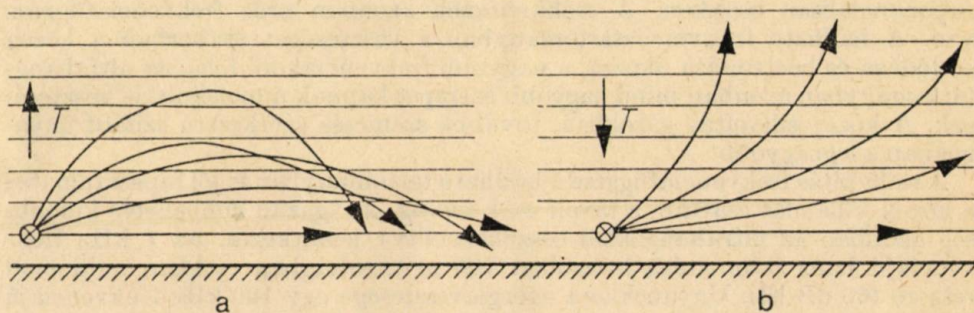


1. ábra. Különböző sebességű repülés kísérő hangjelenségei: a) Doppler-hatás, b) hangrobbanás, c) fejhullámok

mozgó hangforrás állandó hangmagasságú hangot bocsát ki, és maga hangsebesség alatt halad, a Doppler-hatást tapasztaljuk. Ha a gyorsuló mozgó tárgy éppen eléri a hangsebességet, óriási nyomástörlődés áll elő, amely nagy erejű hangimpulzusként terjed tovább. Ha már megtörtént a „hangfal áttörése”, a mozgó tárgy elein, elsősorban az elején és a végén a Mach-féle kúpszög szétterülésében keletkező fejhullámokat húzza maga után. Ez is erős hanghatás, de gyöngébb, mint a hangfal áttörésekor keltett hangimpulzus.

A hangnál gyorsabb repülési technikában nagyon fontos, hogy a hangfal áttörése elég nagy magasságban (meredek fölszállás) és lehetőleg lakatlan területek fölött történjék. Különben a hangrobbanás hatására akár még házfalak is megrepedhetnek. Figyelembe kell venni a különböző hőmérsékletű levegőrétegek hatását is. A légellenállás eleinte a sebességgel rohamosan növekszik, és legnagyobb értékét éppen a hangsebességnél éri el. Utána újra csökken. Tehát vagy ennél jóval kisebb, vagy jóval nagyobb sebességgel érdemes repülni. Az utasszállító gépek általában $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű levegőben repülnek, ahol a hangterjedés sebessége $306,5\text{ m/s} = 1003\text{ km/óra}$, tehát általában 900 km/óra sebességet választanak. Előnyösebb volna melegebb légréteget keresni, vagy hangnál gyorsabb sebességgel röpködni. Az utóbbi lehetőséget használja ki a Concorde. A másik lehetőség is adott, de csak a sztratoszférarepülés számára (2. ábra L. a címfotót!).

A földközeli légrétegek hőmérsékleti alakulása a 2. ábrán nem látható, de általában a talajtól fölfelé $50\text{--}60\text{ m}$ -ig emelkedő jellegű. A hangtörés törvényei szerint a nagyobb sebességű hangsugár a beesési merőlegestől törik, tehát visszafordulást tapasztalunk, mint a 3.a. ábrán. A megfordított esetben a hangenergia legnagyobb része elvész a levegőben (3.b. ábra). Ez az állapot forró nyári napokon következik be, amikor a talaj menti levegő nagyon fölmelegszik. Ilyenkor még az ágyúlövés hangja sem hallatszik néhány kilométer távolságból. A történelem folyamán ennek néhányszor csatát eldöntő szerepe volt.



3. ábra. Hullámterjedés talajközelségben a hőmérséklet alakulása szerint: a) a hőmérséklet fölfelé növekszik, b) csökken

A szél is okozhat hasonló jelenséget, mert hiszen a súrlódás miatt a szélsebesség mindig kisebb a talaj mentén, mint magasabban. A szélsebesség okozta hangsebesség-változás pedig szintén elhajlást idéz elő.

TERJEDÉSI JELENSÉGEK VÍZBEN

Vízben, a tengerek mélyén még különösebb jelenségek tapasztalhatók. A víz hőmérséklete általában a felszínen a legnagyobb, és mélységi irányban

csökken. A kutatók két különleges megfigyelést tettek. Az egyik szerint bizonyos mélységekben hőmérsékleti megfordulás tapasztalható, vagyis ismét melegebb réteg következik. A másik megfigyelés, hogy a legkisebb hőmérséklet nem $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, hanem annál jóval kisebb: 5000 m mélységben például $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. A nyomás, amelytől szintén függ a sebesség, a mélységgel természetesen arányosan növekszik. Mindezen hatások eredményeként megfelelő mélységekben a ferdén beeső hangsugár visszakanyarodik, de fölfelé haladva ismét visszafordulásra kényszerül, és mintegy a számára kijelölt csatornába kényszerítve kénytelen továbbhaladni. A vízben viszonylag kicsi az elnyelés, és a csatornába szorított hangenergia gyakorlatilag síkhullámként terjed, tehát messzire eljut. Az óceánok mélyén föllelhető hangvezető csatornák az egész Földet behálózzák. Ausztrália partjai mellett elég közel haladnak a felszínhez. Itt 1960-ban próbaként egy kis 22 kg-os bombát robbantottak föl, s ennek hangját 19 000 km távolságban, a Bermuda-szigetek környékén 210 perc múlva pontosan mérni tudták. A hangvezető csatorna tehát megkerülte a Jóreménység fokát.

A víz alatti akusztika haditechnikai jelentősége miatt egyik legalaposabban kutatott terület. A tenger biológiai zörejeit meg kell tudni különböztetni a hajógépek zajától. Ha például ismerjük egy tengeralattjáró hangjának pontos szinképét (jellegzetes zörejeinek frekvencia szerinti eloszlását), a Doppler-hatás segítségével fölismerhetjük még közeledését vagy távolodását is. A távolság emellett ultrahangimpulzusok visszaverődéséből pontosan bemérhető még akkor is, ha a hajtómotorok éppen állnak. Egyáltalán a víz alatti technikában csak a hangvizsgálatok hozhatnak eredményt, az elektromágneses megoldások általában fölmondják a szolgálatot. A víz alatti SONAR a levegőben alkalmazott RADAR akusztikai testvére.

KÖZEGELNYELÉS

A tovaterjedő hangenergia a közeg csillapító hatása miatt a távolsággal exponenciálisan csökken. A csökkenésnek azonban erős frekvenciafüggése van. A hallható frekvenciatartományban a veszteséget elsősorban a közeg sűrűlódása és hőelvonása okozza, a nagyobb frekvenciákon, főleg az ultrahangtartományban azonban mind nagyobb szerepet kapnak a molekuláris veszteségek. A közegcsillapítás gázokban, továbbá szemcsés szerkezetű szilárd anyagokban a legnagyobb.

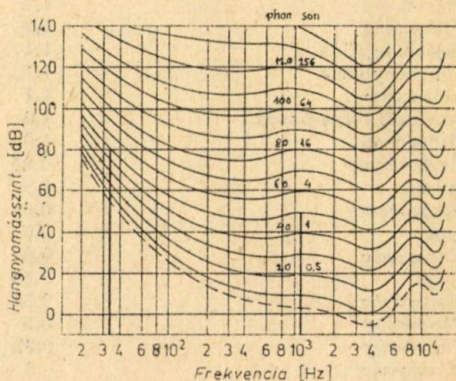
A csillapítás frekvenciafüggése a hallható tartományban is jól tapasztalható: a közeli villámlás csattan, a távoli csak morog. Az igazán döbbenetes különbség azonban az ultrahangokkal összehasonlítva jelentkezik. Az 1 kHz frekvenciájú hang intenzitása levegőben 100 m távolságban csökken milliomod részére (60 dB-lel). Ugyanekkora energiavesztesége egy 100 kHz frekvenciájú ultrahangnak már 0,08 mm távolságban bekövetkezik! Többek közt ezért nem lehet az ultrahangok biológiai roncsoló hatását fegyverként kihasználni.

HALLÁS

Térjünk vissza a hang élettani hatására. Közismert az az aforizma, hogy amikor Békésy Györgyöt fiatal korában megbízták a telefonhang minőségének megjavításával, azt válaszolta, hogy ehhez először a hallás mechanizmusát kell megismerni. Azóta vagy 60 esztendő telt el, Békésy vizsgálataiért megkapta a Nobel-díjat, majd — sajnos — 1972-ben meghalt, de a munkát azóta is számosan és sok eredménnyel folytatják. Ennek ellenére még nem oldották meg a feladatot, legalábbis a telefonok még mindig rosszak.

Ma jól ismerjük a középfül és a belsőfül mechanikáját, a csiga elektromos tulajdonságait, az idegvégkészülékek ingerlésének, az idegimpulzusok megjelenésének folyamatát, sőt az idegimpulzusok vezetésének rendszerét és módozatait is. Ezután azonban elveszítjük a fonalat. Nehéz a 30 000 idegszál kapcsolatait, átjelentéseinek erősítő és gátló hatásait pontosan követni, s még nehezebb kiismerni magunkat a homloklebeny milliárdnyi idegsejtjei között. A mai intenzív kutatások éppen erre irányulnak; és pedig nemcsak fiziológiai, hanem pszichológiai úton is.

Nem olyan régen tudtuk meg, hogy az ember is használható műszerként, csak jól kell meghatározni a mérési körülményeket, és megfelelő matematikai statisztikai módszereket kell alkalmaznunk az értékeléshez. Például pontosan azonosítani tudjuk két olyan egymás utáni inger érzeti adatait, amelynek csak egyik rész tulajdonsága változik. Így állapították meg a különböző magasságú hangjelek hangosságának azonosságát, vagyis így szerkesztették meg az egyenlő hangosságok görbéit (4. ábra).



4. ábra. Az egyenlő hangosság szabványos görbéi. Főltételei: 20 éves korú, normális hallású személyek átlaga, szabad térben szemből érkező szinuszos hangokra

Meglepő, hogy a mennyiségi adatok érzeti oldalának felezésére vagy kétszerezésére is pontos ítéletet tudunk hozni. Ezekből a kísérletekből az derült ki, hogy a hangosság nagyjából a hangintenzitás $0,27 \dots 0,35$ kitevőjű hatványával változik. Ez az úgynevezett hatványkitevős összefüggés mintegy 25 éve váltotta föl a pontatlan, bizonyítatlan és hibás Weber—Fechner-féle „pszichofizikai alaptörvényt”. Az átlépést a valóságos törvényszerűséghez az tette lehetővé, hogy az „érzeti skálák” létezését tudomásul vettük. Az említett hatványkitevő minden érzetre más és más, de az illető érzetre jellemző, és legalább egy $40 \dots 50$ dB (négy-öt nagyságrendnyi) tartományban érvényes.

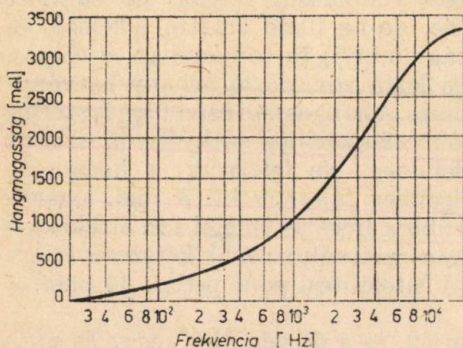
Az érzet és a fizikai inger közötti kapcsolatra vonatkozó néhány hatványkitevőt a túloldali táblázatban foglaltunk össze. A hangossági összefüggés szerint tízszeres intenzitásváltozásnak mintegy $10^{0,3} \approx 2$ -szeres (a szabványok szerint pontosan 2-szeres) hangosságváltozás felel meg. Ne felejtjük: a hangosság érzeti fogalom, és nagyságát érzeti egységekben fejezzük ki! A régi, logaritmikus jellegű phon mérték helyett célszerűbb a lineáris jellegű son értékekkel számolni. Az átszámítás egyszerű: 10 phon szintváltozásnak kétszeres (vagy feleakkora) hangosságváltozás felel meg. A hitelesítési pont pedig: 40 phon = 1 son.

Hogy azonban a dolog tovább bonyolódik, ez a törvény két, egymás után megszólaló, azonos hangszínű hangra vonatkozik. Két, egyszerre hallott hang hangosságának összeadódására csak akkor érvényes hasonló szabály, ha a két hang eléggé felhangmentes, és „megfelelő” frekvenciátávolságban van egymástól. Minél bővebb felhangtartalmú a két hang, és minél közelebb esnek hangmagasságban egymáshoz, annál inkább az egyszerű fizikai összeadódás törvénye lesz érvényes az eredő hangosságra. Ha a két, egyszerre megszólaló szinuszos hang frekvenciája 1000 Hz és 1200 Hz, az eredő hang hangossága olyan, mintha az egyik hangot 3 dB-lel megnövelt, a hangerővel szóltattuk

1. táblázat. A hatványtörvény kitevői különféle érzékelésekre (magnitudo összefüggések)

Érzékelési forma	Kitevő	Ingerlési körülmények
Áramütés	3,5	Ujjvégeken 60 periódusú váltakozó áram
Erőérzet fogással	1,7	Kézi dinamométer
Melegérzet	1,6	Karon
Súlyérzet	1,45	Emelt tömegek
Ujjátfogás	1,3	Fatömbök vastagsága
Ízérzet	1,3	Só
Ízérzet	1,3	Cukor
Világosság	1,2	Szürke papír fényvisszaverése
Sajáthangadás	1,1	Magánhangzók hangnyomása
Tenyérférintés	1,1	Statikus erőhatás a bőrre
Időtartam	1,1	Fehérzaj inger
Ismétlési folyamatok	1,0	Fény, hang, tapintás, ütés
Hidegérzet	1,0	Karon
Rezgésérzet	0,95	60 Hz ujjvégen
Ízérzet	0,8	Szacharin
Rezgésérzet	0,6	250 Hz ujjvégen
Szag	0,6	Heptán
Hangosság	0,6	Kétfülű (hangnyomásra)
Szag	0,55	Kávéillat
Hangosság	0,54	Egyfülű (hangnyomásra)
Fényesség	0,5	Pontforrás (sötétadaptációval)
Fényesség	0,33	5°-os látószögű tárgy (fényenergiára)
Hangosság	0,3	Kétfülű (hangintenzitásra)

volna meg. Ha azonban a két érték 100 Hz és 2000 Hz, akkor a son összeadódása érvényes, vagyis akkora a hangosság, mintha az egyik hangot 10 dB-lel nagyobb hangerővel szólaltattuk volna meg. A kísérletnél arra kell vigyáznunk, hogy a megszólaltatott hangok azonos phon-értékűek (és nem decibel-értékűek) legyenek. A 4. ábrán az is látható, hogy azonos phon-értékek a frekvencia függvényében mennyire más decibel-értéket jelenthetnek. Mindezek a törvényszerűségek pontos összefüggésben vannak a belső fülben folyó biofizikai jelenségekkel.



Nem elrettentésül, de az igazság kedvéért azt is meg kell mondanunk, hogy a hangmagasság érzete sem azonosan változik a frekvenciával. Még 500 Hz alatt nagyjából együtt fut az inger (a frekvencia) és az érzet (a hangmagasság), de e fölött az érzeti oldal skálája előbb lassabban, majd rohamosabban zsugorodik, amint azt az 5. ábrán láthatjuk.

5. ábra. Az érzetoldali dallami (melodikus) hangmagasság alakulása a logaritmikus frekvenciaskála függvényében, az úgynevezett mel-skála

Ez érthető is — éppen úgy, mint a hangosság esetében —, mivel az érzeti oldalon a túlzottan nagy külső információáradat elé a szervezet gátat kell, hogy vessen. Megoldhatatlan feladatot róna az agyi feldolgozásra, ha minden fizikai hatást észlelnénk és tudomásul vennénk. Ezért alakult ki például az átviteli sávok korlátozása: a látásra, mivel a hírsűrűség igen nagy, mindössze egy oktáv, a hallásra pedig mintegy 9 oktáv (három nagyságrend)

frekvenciaterjedelem. Ez utóbbi öregkorban, amikor az időbeli földolgozás nehezebbé válik, tovább szűkül. És ugyanilyen védekezés az érzeti oldali skálák zsugorítása is. A hangosság 0,25 sontól 256 sonig mindössze három nagyságrendet fog át a mennyiségi oldalon, az ingeroldali 0...120 dB 12 nagyságrendjével szemben. Nos, ez az oka a hangmagassági skála torzulásának is. Csak megemlítjük, hogy ráadásul kétféle belső magassági skálával rendelkezünk, egy melodikussal és egy harmonikussal.

Az eddig tárgyalt néhány rövid megjegyzés is mutatja, hogy maga a hallószerv is bonyolult munkát végez, miközben a fizikai ingeranyagot átalakítja, hogy az agy abból érzetet tudjon formálni. Más szóval: az érzékszerv előzetes előkészítő és átalakító tevékenysége folytán elemzést és durva értékelést készít a fizikai anyagról, és ezt nyújtja át az agynak értelmi és érzelmi végkövetkeztetés céljára.

AGYI FÖLDOLGOZÁS

A különféle jellegű akusztikai információs anyagok — jel, értelmes szöveg, zene, zavaró zaj — földolgozása más-más agyi tevékenységet igényel. Vegyük először szemügyre a beszédet, amely mintegy 40 minőségileg, azaz színeképíleg különböző építőelemből áll. Ezért a színeképi megkülönböztetés aránylag egyszerű, és nagyrészt már a hallási folyamat egy alacsonyabb fokán kialakulhat. Mivel azonban a beszédet folyamatosan képezzük, az időbeli elemzésre tevődik a hangsúly. Ugyanis az építőelemek nem kvantumozott jellegű „tégglák”, hanem összeragasztott puha „agyaggolyók”, ahol az átmenetek jóformán fontosabbak, mint maguk az építőelemek, amelyekről az előbbiek szerint úgys van némi fogalmunk. Az időbeli állandó követés mellett az agynak az elemekre való „tagolást” is el kell végeznie, és pedig igen rövid idő alatt. E tagolás teszi lehetővé, hogy a folyamatos hanganyagot egy egyenértékű kvantált rendszerbe is át tudjuk alakítani. Az átalakítás szintén az agyban folyik le, de a kvantált jelrendszer motoros kifejezését és a kétféle megjelenés — tehát a hallott hanganyag és a leírt szöveg — teljes azonosítását csak hosszas és bonyolult tanulási folyamat után tudtuk magunkévá tenni. Lásd az emberiség történetében a képirás—szótagírás—betűírás több ezer éves alakulását!

Az elhangzó beszédelemek megismeréséhez a már említett elemzési munka mellett emlékképekkel való összehasonlítás is szükséges, tehát még a fonetikai elemek felismeréséhez is tanulás kell.

Ha ez sem lenne elég, az agyban még a rezgéskép „null-átmeneteinek” számolása, az alaphang-felismerés, korrelációs elemzés és még számos lehetőség áll rendelkezésre a teljes fonetikai fölismeréshez. A fölismerési folyamatban agyunk fölhasználja rövid és hosszú idejű emlékezőképességét, tehát részben egész szavakat, részben egész mondatokat képes egyszerre értelmezni. A nyelv ismeretében pedig utólagos korrekciókat is végez az egyszer már tudomásul vett, de később hibásnak bizonyult hírányagon.

Az említett tevékenységek nem egyetlen, hanem több, egymással szoros kapcsolatban álló „számítógépen” zajlanak le. Ezek azok a folyamatok, amelyek részleteit még egyáltalán nem értjük. Egy azonban biztos, hogy a beszéd földolgozása főleg a bal oldali homloklebeny feladata. Mert bár a két oldal között állandó átjelentések igazolhatók, az úgynevezett időbeli fölbontás és összeállítás (tehát a gondolkodás is) elsősorban a bal oldalon alakul ki.

Az agyi megfejtés olyan gyors, hogy egyszótagnyi eltéréssel a hallott szöveget vissza tudjuk mondani — még akkor is, ha a szöveg idegen nyelvű.

Ez század másodpercnyi követésnek felel meg. Cherry professzor, intézetünkben jártakor, a fülébe súgott folyamatos magyar szöveget ekkora idő-késéssel hangosan és folyamatosan ismételte, pedig azelőtt magyar beszédet még csak nem is hallott. Gondoljuk el, hogy ez alatt az időtartam alatt a fülnek a „nyersanyagot” elő kellett készítenie, az agynak az idegen hangkapcsolatokat meg kellett fejtenie, majd áttenni a hallóközpontból a beszélőközpontba, kiadni a parancsot a beszélőszerveknek, és ezekkel mechanikailag utánózni az ismeretlen nyelv kiejtését. Eközben már figyelni kellett a következő szótag elemeire, hiszen a vezérlő beszéd folyamatos volt. Ez aztán a számítógép! A mai gépek teljesítménye alig éri el ennek milliomod részét.

A zenéről, amelynek földolgozása a jobb oldalon folyik, most nem beszélünk. De néhány szót a zajról. A zaj nem fizikai, hanem pszichológiai fogalom. Magyarban a zörej szó fejezi ki a periodicitás nélküli, folytonos színeképű akusztikai jelet, szemben a hanggal (tisztahang, zenei hang). A zaj fogalma ebbe a rendszerbe nem sorolható be. A zaj, definíciója szerint bármilyen hang, amely munkánkban, elmélyedésünkben, pihenésünkben zavar, szemben a kellemes vagy hasznos hanggal. Ez a megkülönböztetés nem minden nyelvben létezik, ezért a kétféle értelmű angol „noise” szótsokszor hibásan fordítják le.

A zaj terhelő hatása elsősorban zavaró vagy kellemetlen tulajdonságában mutatkozik meg. A döntés ezúttal is agyi értékelés kérdése; valamilyen hanghatás az egyik embert zavarja, a másakra közömbös. Sőt ugyanaz a hangjelenség ugyanarra a személyre egyszer zajként, máskor fontos hírként vagy kellemes háttérzeneként hat. A hang terhelő hatása azonban hosszú idő után mindenképpen jelentkezik, és idegességhez, kimerültséghez, s ezen keresztül számos esetben szervezeti zavarokhoz vezet. Mindez könnyen megérthető, ha az előbb fölvezetett agyi munka óriási teljesítményére gondolunk.

Minél erősebb hangokról van szó, annál jobban növekszik a terhelő hatás, és bizonyos erősség fölött — még ha kedvelt diszkoszámrról van is szó — a hallószervet is megtámadja. A napi 8 órás, 85 dB erősségű zajterhelés a korral járó normális hallásvesztéshez képest további többlet-halláscsökkenést okoz. Szélsőséges esetekben, nagyon erős vagy nagyon hosszú ideig ható zaj hatására nagyothallás, majd sükettség jelentkezik.

A hang tehát létfontosságú információs és élvezeti hatásai mellett túlzott mértékben adagolva egészségrontó és halláskárosító. Egyike környezeti ártalmainknak. Sajnos, környezetünk zajadagolása állandóan fokozódik, és súlyosan veszélyezteteti ezt az információt befogadó érzékszervi kincsünket. Legalább mi magunk ne terheljük tovább!

DR. NAGY MIHÁLY
Református Kollégium Gimnáziuma, Debrecen

Kísérletek a nukleáris nyomdetektoros alapkészlettel

A készlet Debrecenben, a XXVI. Középiskolai Fizikatanári Ankét eszközkiállításán volt látható. Az eszközleírás helyet kapott a HORIZONT 1983-as kötetében (117—123. oldal), így azzal most nem szükséges foglalkoznunk. A TANÉRT jelenleg már gyártja a készletet, így mire ezek a sorok olvashatók lesznek, a tanárok meg is vásárolhatják.

Az atommagfizika szó hallatára az idősebbeknek bizonyára még mindig Hiroshima és Nagaszaki jut először az eszébe. A fiatalabbak azonban már a Paksi Atomerőműre, vagy a radioaktív izotópoknak az iparban és a gyógyászatban való felhasználására gondolnak. Az azonban ugyancsak általános vélemény, hogy a magfizika jelenségei alig, vagy egyáltalán nem szemléltethetők a méretek kicsinyisége miatt. Erre a megállapításra rácsafolni volt hivatott a műhelyfoglalkozás.

A tanárok előbb a készletben található diasorozat segítségével ismerkedtek meg a bemutatható kísérletekkel, tanulmányozták a detektorok maratása után kialakuló tipikus nyomképeket. Ezután a kiosztott detektorokra egy autoradiogramot készítettek.

A 10^5 alfa/perc aktivitású transzurán elemnek a ^{241}Am (Amerícium) sugárforrásnak a felhasználásával mindössze 4–5 perces besugárzási idő elegendő egy radiogram elkészítéséhez. A radiogram készítése úgy történik, hogy a detektort a sugárforrás aktív felületére helyezzük. A forrásból kilépő alfa-részecskék a detektorban lefékeződnek, és közben a műanyagban láncasadásokat hoznak létre. Ez az ún. „latens nyom”, roncsolt zóna, csak elektronmikroszkóppal látható. Ha azonban a sugárrombolást megfelelő maratószerrel „felnagyítjuk”, a besugárzott felület már szabad szemmel is tanulmányozható.

20 tömegszázalékos nátrium-hidroxid- (NaOH)oldattal végezve a maratást a detektor lassan vékonyodik. A besugárzott felületen, az alfa-részecskék lefékeződésének helyén — ahol a láncasadások következtében szabad gyökök vannak jelen — a maratási sebesség nagyobb, így nyomüregek jönnek létre. Ezek az üregek egyszerű fénymikroszkóppal, már 2–300-szoros nagyításnál tanulmányozhatók. Mivel a besugárzott terület elveszti átlátszóságát, így az szabad szemmel is láthatóvá válik. Ilyenkor szembeötünő a sugárforrás esetleges inhomogenitása.

A hazai gyártású (a MOM és az ATOMKI által közösen kifejlesztett MA-ND/ α márkanévű) detektor a forrásban lévő desztillált víz hőmérsékletén tartott vízfürdőben mindössze félórás maratást igényel.

A megmaratott, majd híg ecetsavoldattal közömbösített, desztillált vízben áztatott és megszáritott detektort az autoradiogrammal a tanárok magukkal vihettk. Hasonló módon készíthető autoradiogram a készletben lévő gázharisnyadarabról, vagy a radioaktív közetről is, de a besugárzási időt a kisebb aktivitásnak megfelelően arányosan növelni kell.

A maratás ideje alatt a műhelyfoglalkozás résztvevői a készlethez tartozó, tárgylemezre felragasztott maratott detektorokat tanulmányozták mikroszkóp alatt.

A készlettel való munkának egyik nem lebecsülendő következménye az a tapasztalat, hogy a radioaktivitás megfelelő körülmények közt elveszíti féltelmetes voltát, és mindenki által tanulmányozhatóvá válik.

IRODALOM

1. Somogyi Gy., Medveczky L., Nagy M.: Szilárdtest nyomdetektorok az oktatásban. Fizikai Szemle, 1971/11., 344–354. o.
2. Medveczky L., Somogyi Gy., Nagy M.: Szilárdtest nyomdetektorok felhasználása a radioaktivitás tanításában. A Fizika Tanítása, 1972/2., 48–51. o.
3. Nagy M., Medveczky L., Somogyi Gy.: Maghasadás demonstrációja az oktatásban. A Fizika Tanítása, 1972/6., 173–179. o.
4. Nagy M.: Nukleáris nyomdetektoros alapkészlet a magfizika középiskolai oktatásához. A Fizika Tanítása, 1983/6. 180–184. o.
5. Nagy M.: Magfizikai kísérletek nukleáris nyomdetektorral. Fizika fakultatív modu a gimnázium IV. osztálya számára. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985., 48. o.

Atomfizikai mérések, számítógépes szimulációk a IV. osztályos gimnáziumi fizikához

Műhelyfoglalkozásunk célja az volt, hogy az atomfizika új szemléletű tanításához segítséget adjunk. Egyrészt olyan kísérleteket mutattunk be, amelyek viszonylag egyszerűek, hozzáférhetőek és az atomfizikai fogalmak, törvények eredményes tanításához (tanítási órán vagy szakkörön) közvetlenül felhasználhatók. Másrészt ízelítőt adtunk a személyi számítógép alkalmazási lehetőségeiből a IV. osztályos fizikában, amelyek közül itt részletesen a Schrödinger-egyenlet közelítő megoldását ismertetjük.

I. FRANCK—HERTZ-KÍSÉRLET. ATOMFIZIKAI ÁLLANDÓK MÉRÉSE

Műhelyfoglalkozásunk egyik részében az atomfizika tárgykörébe tartozó problémákkal foglalkoztunk. Nevezetesen a Franck—Hertz-kísérletet végeztük el tirátronnal, illetve atomfizikai állandók (h , k , σ) kísérleti meghatározására mutattunk példákat. Utóbbiaknál egyúttal lehetőséget biztosítottunk a mérések tényleges elvégzésére is, mégpedig kiscsoportos formában. A kísérleti eszközöket 2—2 példányban bocsátottuk rendelkezésre, így egyidejűleg 12—14 fő dolgozhatott műhelyfoglalkozásunk ezen részén.

Az elvégzendő kísérletek — amelyekről az alábbiakban kissé részletesebben is írunk — a következők voltak:

1. Franck—Hertz-kísérlet nemesgázzal töltött tirátronnal,
2. Planck-állandó meghatározása fotocellával,
3. Planck-állandó meghatározása fényemittáló diódával,
4. Boltzmann-állandó meghatározása Stephan—Boltzmann-féle törvény felhasználásával.

1. Franck—Hertz-kísérlet nemesgázzal töltött tirátronnal

A kísérlet elvégzését egy argongázzal töltött ГГН 1—3/1 típusú, szovjet gyártmányú tirátronnal mutattuk be. A Franck—Hertz-görbét egy oszcilloszkóp segítségével tettük láthatóvá. A kísérleti megvalósítás rövid leírása megtalálható a Horizont 1985. évkönyvben (201. old.). A Fizika Tanítása 1985/2. számában megjelent cikkünkben részletes leírást, részletes kapcsolási rajzot is találhat az érdeklődő.

2. Planck-állandó meghatározása fotocellával

A Planck-állandó meghatározása fotocella alkalmazásával is történhet. (A mérés elve megtalálható a gimnáziumi IV. osztályos fizikatankönyvben.) A mérés során egy színszűrőn keresztül megvilágított fotocella katódjának az anódhoz viszonyított feszültségét mérjük. A katód-anód fém pár viszonylag kicsiny kapacitását növeljük meg egy, a fotocellával párhuzamosan kötött kondenzátorral. Az ezen kondenzátoron felhalmozódott töltést „csapoljuk” meg, amikor a feszültséget egy mérőműszerrel mérjük. A kísérlet, a mérés eredményességéhez, a pontosabb érték eléréséhez vagy egy igen nagy belső ellenállású műszer szükséges (ami általában drága eszköz, nincs minden iskolában), vagy áthidaló megoldásként egy házilag is előállítható, FET-be-

menetű, pl. LF 357 jelű integrált áramkörrel megépített mérőerősítőt használhatunk, amit a kondenzátor és a mérőműszer közé iktathatunk. A FET-bemenetű mérőerősítő alkalmazásával a feszültségmérés most már egy közönséges mutató (akár demonstrációs) műszer segítségével is megvalósítható. A mérőerősítő részletes leírását, kapcsolási rajzot a Horizont 1985. évkönyvben találhatják meg az érdeklődő kollégák (200. old.).

3. Planck-állandó mérése fényemittáló diódával

A Physik in der Schule című, német nyelvű fizikamódszertani folyóirat egyik cikkében a szerző, Dr. H. J. Wilke a fényemittáló diódák fizikaoktatásban való felhasználási lehetőségeiről ír. Itt találtuk azt az ötletet, amelynek alapján kiderül, hogy a fényemittáló dióda kiválóan alkalmas a Planck-állandó kísérleti meghatározására (Physik in der Schule 1983/7—8).

A különböző fényemittáló diódák (röviden LED-ek) jó közelítéssel monokromatikus fényt bocsátanak ki, azaz az emittált fény spektrális sáv szélessége nem túlságosan nagy (típustól függően $\sim 10\text{--}30\text{ nm}$). A LED-ek működési mechanizmusa alapján elmondhatjuk, hogy az általuk kibocsátott fény fotonjának energiája első közelítésben megegyezik a betáplált elektromos energiával, abban az esetben, amikor a LED-en éppen megindul az áram. Ugyanis a LED működésének, a fénykibocsátásnak az a feltétele, hogy a LED-re megfelelő polaritással — nyitóirány! — kötött feszültség ($U_{\text{küszöb}}$) hatására egy küszöbértéket meghaladó áram (ún. áteresztési áram) folyjon. Ekkor fennáll:

$$h\nu = eU_{\text{küszöb}}.$$

Ha tehát megmérjük a fénykibocsátáshoz szükséges $U_{\text{küszöb}}$ feszültséget, valamint a LED által kibocsátott fény hullámhosszát (amiből ν c ismeretében számolható), akkor e értékének felhasználásával h -t is számolhatjuk. Az emittált fény hullámhosszának mérésére célszerű azt a fénytani ráccsal megvalósított módszert alkalmazni, amelyet a gimnáziumi IV. osztályos fizika munkafüzet is leír (46. old.).

A kísérleti eszközt úgy építettük meg, hogy lehetőség nyíljon az $U_{\text{küszöb}}$ mérésére (U változtatható), valamint λ egyszerű meghatározására is. Az eszközön egy kapcsolóval két különböző színű LED közül egy-egy kapcsolható be az áramkörbe, így a mérést két ν mellett elvégezhetjük, így két független mérésből származó h értékhez juthatunk. A kapott értékek átlaga igen jól megközelíti h irodalmi értékét.

Az alkalmazott módszer jól összeköti a fizikai fénytan, a félvezetők és az atomfizika egyes témaköreit, segítségével egy olyan, egyszerű eszközökkel, olcsón megvalósítható mérési eljáráshoz juthatunk, ami nagy haszonnal alkalmazható az atomfizika tanítása során.

4. Boltzmann-állandó meghatározása a Stephan—Boltzmann-törvény felhasználásával

Egyetemünk III. éves fizika szakos hallgatói egy igen egyszerű módszerrel tanulmányozzák a Stephan—Boltzmann-féle sugárzási törvényt (Szerk.: Gáti László: Kiegészítés a III. éves laboratóriumi gyakorlatokhoz. Kézirat, Szeged, 1979.).

Mivel a Stephan—Boltzmann-állandó kifejezhető univerzális állandókkal a következő módon:

$$\sigma = \frac{2\pi^5 k^4}{15 h^3 c^2}$$

így mérve, illetve meghatározva σ -t, a Stephan—Boltzmann-féle állandót, h és c ismeretében számolható a k Boltzmann-féle állandó.

A σ Stephan—Boltzmann-állandó a

$$\frac{dE}{dt} = e\sigma A(T^4 - T_0^4) = I^2 R(T)$$

összefüggésből határozható meg, ahol a dE/dt egy sugárzó fekete test sugárzási teljesítménye a T_0 szobahőmérsékletnél nagyobb T abszolút hőmérsékleten, A a sugárzó fekete test felülete, e a sugárforrás emisszióképessége.

A méréshez sugárzó testként, sugárforrásként egy volfrámszálas izzót használhatunk, ami ellenállásmérőként is funkcionálhat, lehetőséget adva a hőmérséklet meghatározására is. Az izzólámpába táplált $I^2 R(T)$ elektromos teljesítmény elég nagy T -n ($T > 800$ K) már csak hősugárzásra fordítódik, ugyanis a hővezetésből származó hányad ekkor már elhanyagolható (ilyen feltételek mellett érvényes a fentebbi összefüggés).

Az izzólámpa szobahőmérsékleti $R(T_0)$ ellenállását pl. Wheatstone-hidas módszerrel határozhatjuk meg. Az izzószál ellenállásának hőmérsékletfüggését kihasználva az izzólámpára adott különböző U feszültségek mellett mérhető az izzón átfolyó I áram, számolható a betáplált $I^2 R(T) = UI$ elektromos teljesítmény, Ohm törvényéből pedig a T hőmérséklethez tartozó $R(T)$ ellenállás [$R(T) = U/I$], valamint az

$$R(T) = R(T_0)[1 + \alpha(T - T_0)]$$

összefüggésből T (volfrámnál: $\alpha = 0,0053 \text{ K}^{-1}$).

A sugárzó felület pl. egy izzó burájának feltörésével az izzószál geometriai adataiból meghatározható (egy 24 V-os, 40 W-os izzó esetén $A \approx 4,96 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$). A volfrám közepes emisszióképessége (egyébként e szigorúan hőmérséklet-, ill. hullámhosszfüggő): $e \approx 0,42$.

A fenti adatok birtokában σ meghatározható, amiből a fejezet elején közölt formula felhasználásával k értéke számítható.

Az ismertetett eljárást k (vagy k ismeretében h) mérésére csak szakköri foglalkozásra ajánljuk, hiszen a Stephan—Boltzmann-féle törvény nem középiskolai anyag, de középiskolai szinten — a jobb, érdeklődőbb tanulók számára — könnyen feldolgozható.

II. SZÁMÍTÓGÉP ALKALMAZÁSA A IV. OSZTÁLYOS FIZIKÁBAN

Műhelyfoglalkozásunk második részében a negyedik osztályos fizika egyes fejezeteihez alkalmazható számítógépes programokat, s a velük megvalósítható jelenségeket mutattuk be C-64 számítógépen. Ezek egy része a statisztikus fizikához tartozik: Brown-mozgás vizsgálata, gázkiterjedés, rend és rendetlenség, Boltzmann-eloszlás, radioaktivitás stb. Bemutattunk két szimulációs programot is: az egyik a bűvös kockát, a másik a lézerelvet demonstrálta. Jelen leírásban — a korlátozott terjedelem miatt — a Schrödinger-egyenlet egy lehetséges közelítő megoldását ismertetjük, mely segítséget nyújthat az atomfizika-tanítás során.

A stacionárius Schrödinger-egyenlet, amely egy dimenzióban egy másodrendű differenciálegyenlet, megemlítés szintjén szerepel a tananyagban, de részletes vizsgálatára nem kerül sor. Az egyenlet megoldására közelítő eljárást alkalmazva mégis célszerű foglalkozni vele, hiszen az állapotfüggvény felrajzoltatásával alapállapotban és gerjesztett állapotokban hozzájárulhatunk a nem könnyen tanítható anyagrészt megértéséhez. A számítógépes prog-

ramot jobb képességű osztályokban tanítási órán vagy szakköri foglalkozáson javasoljuk bemutatni. Leírásunkban először a közelítő eljáráshoz vezető utat (nem túl bonyolult levezetés), majd a program futásának menetét és az abból levonható következtetéseket ismertetjük.

A Schrödinger-egyenlet középiskolákban használható alakjához az állapotfüggvény tulajdonságainak megismerése után juthatunk el.

Különböző kísérleti tapasztalatok alapján (elektroninterferencia, két-réses interferencia) tudjuk, hogy a részecskék (pl. elektron) állapotát az állapotfüggvény írja le. Egy dimenzióban állapotvonalról beszélünk, amely jellemzi a részecskét. Az állapotvonal hullámhossza és a részecske lendülete kapcsolatban van egymással (Broglie-törvény), az állapotvonal kitérése a részecske elhelyezkedéséről tudósít, az állapotvonal „görbülete” a lendületről — a részecske mozgékonyaságáról — ad felvilágosítást.

a) Vizsgáljuk meg, hogyan tudjuk a részecskét jellemző állapotfüggvény „cifraságát”, görbületét jellemezni! (Másként fogalmazva, határozzuk meg az állapotfüggvény térbeli változási gyorsaságát!)

$$A \text{ } \psi \text{ állapotfüggvény meredeksége: } \psi' = \frac{\Delta \psi}{\Delta x}.$$

$$A \text{ } \psi \text{ állapotfüggvény görbülete: } \psi'' = \frac{\Delta \psi'}{\Delta x}.$$

A hullámot leíró függvény:

$$\psi = A \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot x\right), \text{ hasonló a mechanikai hullámokhoz.}$$

$$A \text{ } \psi \text{ függvény meredeksége: } \psi' = A \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot x\right)$$

$$A \text{ } \psi \text{ függvény görbülete: } \psi'' = -\left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)^2 \psi.$$

A hullámhossz (λ) kapcsolatos a lendülettel, amely helyről helyre változik, ennek megfelelően λ és ψ is változik.

A lendületet határozzuk meg az energiamegmaradás tételéből:

$$p^2 = 2m(E - E_{\text{kh}}).$$

Helyettesítsük ezt be a fenti változási gyorsaság kifejezésébe, felhasználva a Broglie-törvényt:

$$\psi'' = -\frac{4\pi^2}{h^2} 2m(E - E_{\text{kh}}) \cdot \psi.$$

Alkalmazzuk a szokásos $h = \frac{h}{2\pi}$ jelölést:

$$\psi'' + \frac{2m}{h^2}(E - E_{\text{kh}}) \psi = 0.$$

Ez az egyenlet az adott E energiájú részecske állapotfüggvényét határozza meg E_{kh} kölcsönhatási energiájú környezetben.

b) Közelítő eljárás

Ha az állapotfüggvény görbületét (ψ'') a fenti egyenletből meghatározzuk, akkor az állapotvonal alakját helyről helyre megkaphatjuk.

Az iterációnál a differenciálhányadost differenciahányadossal közelítjük a következő módon:

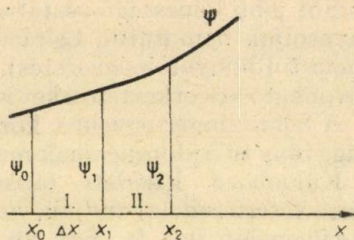
A meredekség:

$$\psi'_I = \frac{\psi_1 - \psi_0}{\Delta x}$$

$$\psi'_{II} = \frac{\psi_2 - \psi_1}{\Delta x}$$

A görbület:

$$\psi''_I = \frac{\psi_{II} - \psi_I}{\Delta x}$$



(1. ábra)

Behelyettesítve:

$$\psi_1''(\Delta x)^2 = \psi_2 - 2\psi_1 + \psi_0.$$

Rendezve:

$$\psi_2 = \psi_1''(\Delta x)^2 + 2\psi_1 - \psi_0.$$

A kapott egyenlet alapján arra jutottunk, hogy az állapotfüggvény két pontbeli értékeit (ψ_0 , ψ_1) ismerve a ψ_1'' görbületet az a) pontban levezetett egyenletből számolva az állapotfüggvény x_2 helyen levő ψ_2 értékét meghatározhatjuk. Ezután a kezdeti feltételek változtatásával (ψ_0 helyett ψ_1 , ψ_1 helyett ψ_2) az x_3 helyhez tartozó ψ_3 meghatározható, vagyis az állapotfüggvényt lépésről lépésre fölépíthetjük (annál pontosabban, minél kisebbre választjuk Δx -et).

c) Az állapotfüggvény meghatározása konkrét kölcsönhatási energiájú ($E_{kh} = \frac{1}{2}Kx^2$) környezetben (pl. a HCl protonja vagy az Einstein-kristály).

Ekkor a görbület a

$$\psi'' = \frac{2m}{\hbar^2} \left(\frac{1}{2} Kx^2 - E \right) \cdot \psi$$

egyenletből határozhatjuk meg.

Alakítsuk át ezt az egyenletet; az állapotfüggvényt $X = a \cdot x$ helyettesítéssel az x helyett X abszcisszájú koordináta-rendszerben ábrázoljuk:

$$\psi'(X) = \frac{1}{a} \psi'(x), \quad \psi''(X) = \frac{1}{a^2} \psi''(x).$$

Így a Schrödinger-egyenlet alakja:

$$\psi''(X) = \left(\frac{mK}{\hbar^2} \frac{x^2}{a^2} - \frac{2mE}{\hbar^2 a^2} \right) \psi(X). \text{ Az } a \text{ együttható alkalmas megválasztásával}$$

val $\left(a^4 = \frac{mK}{\hbar^2} \right)$, és az energiát tartalmazó tag átjelölésével

$$k = \frac{2mE}{\hbar^2 a^2} = \frac{2E}{\hbar \omega}$$

a fenti egyenlet a következő alakba írható:

$$\psi''(X) = (X^2 - k) \psi(X).$$

Helyettesítsük ezt a ψ_2 -re kapott korábbi egyenletbe, ekkor a

$$\psi_2 = [(X^2 - k)(\Delta x^2) + 2] \psi_1 - \psi_0$$

egyenlethez jutunk.

Tehát alkalmas kezdeti feltételek (ψ_0 , ψ_1) és k (energiafüggő tag) megválasztásával az állapotfüggvényt az $X=0$ helyről indulva Δx -enként, lépésenként meghatározhatjuk (kiszámítjuk és ábrázoljuk).

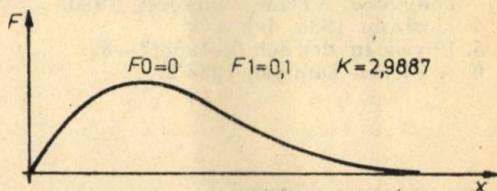
Mely kezdeti feltételnek van fizikai értelme? Könnyen belátható, hogy a $\psi_0=0$, $\psi_1 \neq 0$ (páratlan megoldás)

$\psi_0 \neq 0$, $\psi_1 \neq 0$, de $\psi_0 = \psi_1$ (páros megoldás)

kezdeti feltételek esetén kapunk részecskét jellemző állapotfüggvényt.

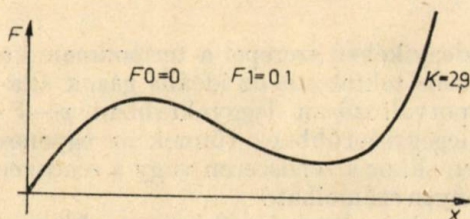
A k értékének alkalmas választásával alapállapotú (csomómentes), illetve gerjesztett állapotú (egy, két, ... többsomós) részecskét jellemző állapotfüggvényt tudunk meghatározni.

A fenti algoritmus kínálja a számítógép alkalmazását. Alkalmas kezdeti feltételekkel a következő állapotvonal rajzolódik ki adott k esetén a (2. ábrán a ψ_0 , ψ_1 betűk helyett $F0$, $F1$ jelölést alkalmaztunk).

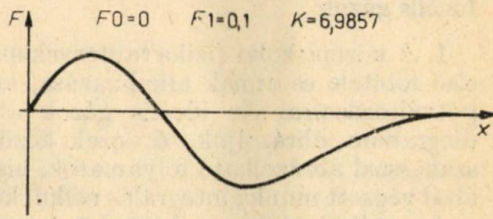


2. ábra

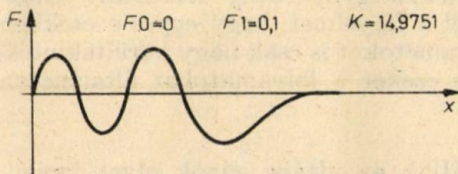
A program jól mutatja az energia kvantáltságát, részecskét jellemző állapotfüggvény csak adott energiaértéknél (pl. alapállapot) rajzolódik ki, az energia kismértékű változtatása már olyan állapotfüggvényhez vezet, amely nem jellemez részecskét (3. ábra).



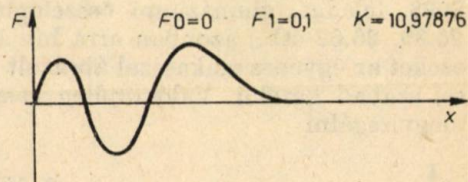
3. ábra



4. ábra



5. ábra



6. ábra

A 4., 5. és 6. ábrákon az egy, két és három csomópontot tartalmazó állapotfüggvényt ábrázoltuk:

Még szemléletesebben mutatható be az energia szerepe akkor, ha az energia értékét (vagyis az energiát tartalmazó k együtthatót) folyamatosan változtatjuk, és fölrajzoljuk a hozzá tartozó aktuális állapotfüggvényt. Ezt egy vetítős eljárással oldottuk meg (dr. Barta Ferenc tudományos segédmunkatárs, JATE Elméleti Fizikai Tanszék, munkája), amely segítségével filmszerűen pereg előttünk az állapotfüggvény alakulása az energia változtatásával. Természetesen ezt egy írásos anyagban érzékeltetni nem tudjuk, mindenképpen a számítógépes „élőadás” mutatja be igazán.

A stacionárius Schrödinger-egyenlet egy dimenzióban bekerülhet az iskolai tananyagba. A közelítő megoldáshoz szükséges matematikai apparátus nehézsége nem haladja meg pl. matematikából a kúp térfogatának levezetését, ugyanakkor az általa közölt ismeretek jó szolgálatot tesznek az állapotfüggvény fogalmának kialakításához, és ezzel az atomfizika eredményes tanításához.

IRODALOM

1. Tóth Eszter: Fizika IV. Gimnáziumi tankönyv. Tankönyvkiadó, Budapest, 1985.
2. Jon Ogborn: Physics Education. 9 (1974), 436.
3. Tóth Eszter: Munkafüzet a Modern fizika gimnáziumi IV. osztályos kísérleti tankönyvhöz. ATOM, Budapest, 1980.
4. Horizont 1985. évkönyv.
5. Physik in der Schule 1983/7—8.
6. A Fizika Tanítása 1985/2.

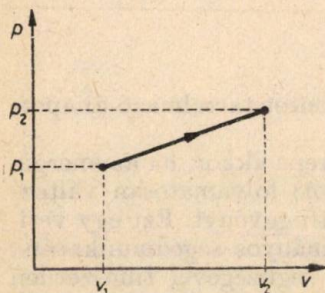
DR. KOTEK LÁSZLÓ
egyetemi adjunktus,
Pécs, JPTE Tanárképző Kar

Barangolás a p – V -diagram egyenesei mentén

Ideális gázok

1. A középiskolai fizika tantervek mindegyikében szerepel a termodinamika első főtétele és annak alkalmazása, különös tekintettel az ideális gázok állapotváltozásaira. Az ideális gázok állapotváltozásait leggyakrabban p – V -diagramon ábrázoljuk, és ezek közül legegyszerűbbnek tűnnek az egyenes szakasszal ábrázolható folyamatok, hiszen ekkor a rendszeren vagy a rendszer által végzett munka integrálás nélkül könnyen számolható.

Az utóbbi időben a különböző versenyeken, kiadványokban az ebben a témában közzétett feladatok (1986. évi Eötvös-verseny 2. feladata, KÖMAL 2098. feladat, gimnáziumi összefoglaló feladatgyűjtemény feladatai: 26.32, 26.39, 26.62 stb.) azonban arra hívják fel a figyelmet, hogy egyes esetekben ezeket az egyenes szakasszal ábrázolt folyamatokat is csak nagy körültekintéssel szabad kezelni. Valószínűleg hasznos ezeket a folyamatokat általánosan megvizsgálni.



2. Vizsgáljuk az ideális gázok olyan kvázisztatikus tágulási folyamatait, ahol a nyomás és térfogat összefüggését a

$$p = aV + b \quad (1)$$

összefüggés írja le, ahol a és b ismert állandók. Ezek egy konkrét feladat esetén a feltételekből meghatározhatók (1. ábra).

1. ábra

Az 1. ábrán látható folyamat esetén az m tömegű, M moláris tömegű ideális gáz f szabadsági fokának ismeretében könnyen válaszolhatunk a következő kérdé-

sekre: mekkora a gáz által végzett munka $\left[W' = \frac{p_1 + p_2}{2}(V_2 - V_1)\right]$, mekkora a gáz belső energiájának megváltozása $\left[E_2 - E_1 = \frac{f}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1)\right]$, mennyi a gáz által termikus módon felvett energia ($Q = E_2 - E_1 + W'$)?

Nehezebb helyzetben vagyunk azonban, ha arra a kérdésre kell válaszolnunk, hogy mennyi a gáz fajhője erre a folyamatra. Ilyen jellegű kérdéseket tesz fel a gimnáziumi tanulóknak az összefoglaló feladatgyűjtemény a 26.32 és 26.39 feladatokban [5]. Könnyű belátni, hogy az ilyen folyamatok nem politróp folyamatok, azaz a fajhő nem állandó, hiszen a nyomás és térfogat összefüggése nem hozható $p \cdot V^n = \text{állandó}$ alakra [6]. Határozzuk meg, hogy hogyan függ esetünkben az ideális gáz nem állandó fajhője a gáz állapotjelzőitől!

Az első főtétel differenciális alakját ideális gázokra alkalmazva:

$$c_m dT = c_v m dT + p dV. \quad (2)$$

Ebből a gáz fajhője:

$$c = c_v + \frac{p}{m} \frac{dV}{dT} \quad (3)$$

A fajhő megállapításához tehát mindig a konkrét feladatra vonatkozóan a dV/dT differenciálhányadost kell meghatározni. Nézzük ezt a $p = aV + b$ összefüggéssel leírható folyamatokra! Felhasználva a gázok $pV = m/M \cdot RT$ termikus állapotegyenletét:

$$aV^2 + bV = \frac{m}{M} RT. \quad (4)$$

Ebből:

$$\frac{dV}{dT} = \frac{1}{2aV + b} \cdot \frac{m}{M} R. \quad (5)$$

(1)-et és (5)-öt (3)-ba beírva megkapjuk a vizsgált folyamatra vonatkozó fajhőt:

$$c = c_v + \frac{aV + b}{2aV + b} \cdot \frac{R}{M}.$$

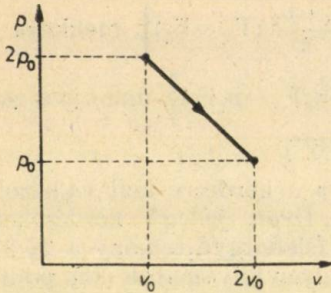
Könnyen belátható, hogy az ideális gázok p - V -diagramon egyenes szakasszal ábrázolt folyamatai esetén a gáz fajhője csak 3 esetben állandó (*L. táblázat*). Minden más esetben a (6) összefüggés szerint függ az állapotjelzőktől, jelen esetben a térfogattól.

Sor szám	a értéke	b értéke	Fajhő	Folyamat
1.	0	pozitív	$C = C_v + \frac{R}{M} = C_p$	izobár
2.	$+\infty$	$-\infty$	$C = C_v + 0 = C_v$	izochor
3.	pozitív	0	$C = \frac{C_p + C_v}{2}$	meghosszabítását megy az origón

Abban az esetben, ha $a > 0$ a fajhőn kívüli kérdéstől eltekintve mégsem jelent problémát egy ilyen folyamat középiskolai tárgyalása, mert mint (4), (5), (6) alapján könnyen belátható, a térfogat növekedése esetén a gáz hőmérséklete nő, a fajhő pedig pozitív. Így tágulási folyamat során végig energiafelvétel (termikus módon) van, ami a belső energia növelésére és térfogati munkavégzésre fordítódik.

Érdekes tulajdonságokkal találkozunk, ha az ideális gáz olyan tágulási folyamatát vizsgáljuk, ahol a folyamatot ábrázoló egyenes szakasz meredeksége negatív.

2. ábra



1. feladat

Egyatomos ideális gáz az ábrán látható egyensúlyi folyamatot végzi (2. ábra). A gáz hőmérséklete a kezdőállapotban T_0 . Határozzuk meg a gáz fajhőjét erre a folyamatra! Vizsgáljuk meg, mely szakaszon van energiafelvétel!

Foglalkozzunk az ilyen „negatív meredekségű” folyamatokkal általánosan! Az egyszerű kezelhetőség miatt írjuk fel az egyenes egyenletét $p = -aV + b$ alakban, ahol továbbra is a $a > 0$. Példánkban:

$$a = \frac{p_0}{V_0}; \quad b = 3p_0$$

A gáz fajhőjét erre a folyamatra az előzőekhez hasonlóan kapjuk, csupán a $p = aV + b$ összefüggés helyett a $p = -aV + b$ összefüggést kell használnunk. Így (6) alapján:

$$c = c_v + \frac{b - aV}{b - 2aV} \cdot \frac{R}{M} \quad (7)$$

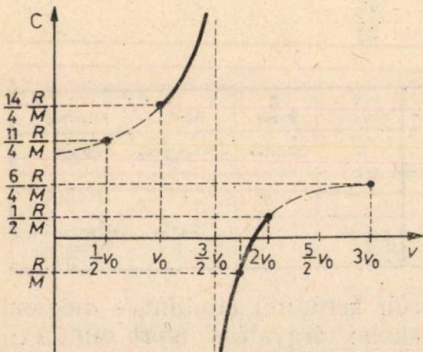
Ez a fajhő eddig nem tapasztalt, újszerű tulajdonságokkal is rendelkezik.

Például, ahogyan (7)-ből látható, a térfogat $V = \frac{b}{2a}$ értékénél végtelenné válik,

a térfogat $V = \frac{5}{8} \frac{b}{a}$ értékénél zérussal egyenlő, a $\frac{b}{2a} < V < \frac{5}{8} \frac{b}{a}$ intervallumban pedig negatív.

Ábrázoljuk az 1. feladatban közölt folyamatra vonatkozóan a fajhőt a térfogat függvényében (3. ábra)!

3. ábra



$$c = \frac{3}{2} \frac{R}{M} +$$

$$+ \frac{3p_0 - \frac{p_0}{V_0} V}{3p_0 - 2 \frac{p_0}{V_0}} \frac{R}{M} \quad (8)$$

összefüggés alapján:

A fajhő felderítése után a környezettel történő energiacsere vizsgálatához feltétlen szükségünk van az egyes állapotokhoz tartozó hőmérséklet ismeretére. Hogyan változik a hőmérséklet a folyamat során?

Általánosan az állapotegyenletből és a $p = -aV + b$ összefüggésből:

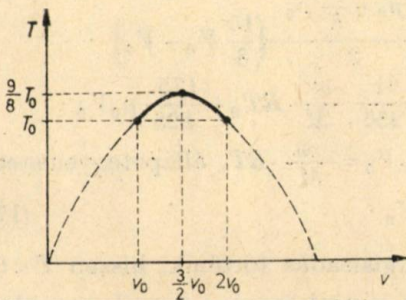
$$T = -\frac{Ma}{mR} \left(V - \frac{b}{2a} \right)^2 + \frac{M}{mR} \frac{b^2}{4a} \quad (9)$$

(9)-nek maximuma van a térfogat $V = \frac{b}{4a}$ értékénél, és

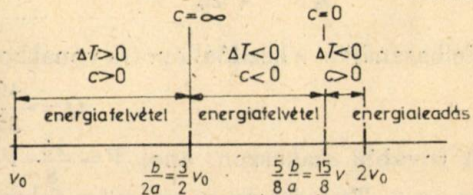
$$T_{\max} = \frac{M}{mR} \frac{b^2}{4a} \quad (10)$$

Konkrét feladatunk esetén $V = \frac{b}{2a} = \frac{3}{2} V_0$ és $T_{\max} = \frac{9}{8} T_0$. A kezdő- és a vég-állapotban a hőmérséklet azonos (4. ábra).

Látható, hogy a gáz hőmérséklete a folyamat során akkor maximális, amikor a fajhő végtelen. Ez abból adódik, hogy ez az egyetlen olyan állapot, amikor megvalósulhat az a feltétel, hogy egy, a gázra vonatkozó izoterma érinti a folyamatot ábrázoló szakaszt. A maximális hőmérséklet az egyenes és hiperbola (izoterma) közös érintési pontjának megkeresésével is meghatározható.



4. ábra



5. ábra

A környezettel termikus módon történő energiacsere-vizsgálatnál könnyen hibát követhetünk el, ha azt gondoljuk, hogy addig történik energiatfelvétel, amíg a hőmérséklet nő. Ügyelni kell a fajhő különleges viselkedésére is. Az 5. ábrán sematikusán ábrázoltuk a $V_0 \leq V \leq 2V_0$ térfogat-intervallumban a hőmérséklet-változás és a fajhő előjelét. Eddigi vizsgálataink alapján a lényeges térfogatértékeket könnyű volt megválasztani.

Igaz, hogy a $3/2 V_0 < V < 15/8 V_0$ térfogat-intervallumban a hőmérséklet csökken, de a fajhő negatív, így itt is energiatfelvétel történik. Látható, hogy azon állapotig történik energiatfelvétel, amely állapotban a fajhő nullává válik. A folyamatot ábrázoló egyenes szakaszt az ehhez az állapothoz tartozó pontban egy adiabatának kell érintenie, mert az adiabata pontjaihoz tartozik zérus fajhő. A kérdéses térfogat ebből a feltételből is meghatározható. Az egyenes és adiabata egyenletei:

$$p = -aV + b \quad (11)$$

$$pV^{\frac{8}{3}} = \text{állandó} = c. \quad (12)$$

A meredekségek az érintési pontban egyenlők:

$$\frac{dp}{dV} = -\frac{5}{3} c \cdot V^{-\frac{8}{3}} = -a \quad (13)$$

$$\text{Ebből:} \quad c = \frac{3}{5} a \cdot V^{\frac{8}{3}} \quad (14)$$

(11)-et és (14)-et (12)-be beírva:

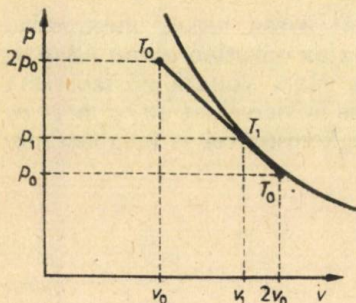
$$(-aV+b) \cdot V^{\frac{5}{3}} = \frac{3}{5} a \cdot V^{\frac{8}{3}} \quad (15)$$

ebből:

$$V = \frac{5}{8} \frac{b}{a} = \frac{15}{8} V_0 \quad (16)$$

Ezek ismeretében a termikus módon felvett energia (Q) a termodinamika első főtételének felhasználásával számolható ki. A feltételekből (6. ábra):

6. ábra



$$p_1 = \frac{9}{8} p_0, T_1 = \frac{135}{128} T_0.$$

$$Q = E_2 - E_1 + W'.$$

$$Q = \frac{3}{2} \frac{R}{M} m \left(\frac{135}{128} T_0 - T_0 \right) +$$

$$+ \frac{2p_0 + \frac{9}{8} p_0}{2} \left(\frac{15}{8} V_0 - V_0 \right).$$

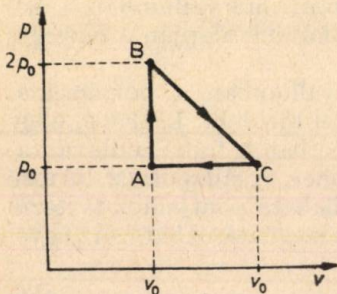
$$Q = \frac{21}{256} \frac{m}{M} RT_0 + \frac{175}{128} p_0 V_0.$$

Felhasználva a kezdőállapotra vonatkozó $2p_0 V_0 = \frac{m}{M} \cdot RT_0$ állapotegyenletet:

$$Q = \frac{49}{32} p_0 V_0. \quad (17)$$

A további szakaszon, ahol $V > \frac{15}{8} V_0$ energialeadás történik, hiszen $T' < 0$, és $c > 0$. Természetesen az egész folyamatra vonatkozóan a termikus módon felvett és leadott energiák előjeles összegét a termodinamika első főtétele alapján sokkal egyszerűbben is számolhattuk volna. Ez azonban sok feladat esetén nem nyújt elég információt. Elemezzünk egy ilyen feladatot!

7. ábra



2. feladat

Bizonyos mennyiségű egyatomos ideális gáz az ábrán látható körfolyamatot végzi (7. ábra). Határozzuk meg a körfolyamat hatásfokát!

A probléma megoldásához jó előtanulmányt jelent az 1. feladat, hiszen a körfolyamat BC szakasza azonos az 1. feladatban vizsgált folyamattal.

A körfolyamat hatásfokát a végzett hasznos munka és a termikus módon felvett energia hányadosa szolgáltatja. Legyen a gáz hőmérséklete a B és C állapotokban $T_B = T_C = T_0$! Könnyű belátni, hogy $T_A = \frac{1}{2} T_0$. A végzett W' munka megegyezik a körfolyamatot alkotó szakaszok által körülzárt területtel, azaz

$$W' = \frac{1}{2} p_0 V_0. \quad (18)$$

Energiafelvétel az AC és BC szakaszokon történik. Mivel az A-ból B-be vezető folyamat állandó térfogaton zajlik, ezért a felvett energia a belső energiát növeli.

$$Q_{AB} = \frac{3}{2} \frac{R}{M} m \left(T_0 - \frac{1}{2} T_0 \right) = \frac{3}{4} \frac{m}{M} R T_0.$$

Felhasználva a B állapotra érvényes $2p_0V_0 = \frac{m}{M} RT_0$ állapotegyenletet:

$$Q_{AB} = \frac{3}{2} p_0 V_0. \quad (19)$$

A feladat érdekességét, nehézségét a BC szakaszon történő energiafelvétel elemzése jelenti. Mint az 1. feladat megoldása során megmutattuk (17):

$$Q_{BC} = -\frac{49}{32} p_0 V_0.$$

A körfolyamat során a termikus módon felvett energia pedig:

$$Q_{\text{felvett}} = Q_{AB} + Q_{BC} = \frac{97}{32} p_0 V_0. \quad (20)$$

A körfolyamat hatásfoka:

$$\eta = \frac{W'}{Q_{\text{felvett}}} = \frac{16}{97} \approx 16,5\%. \quad (21)$$

3. Az eddigiek alapján látható, hogy az ideális gázok p — V -diagramján az egyenes szakasszal ábrázolt folyamatok is sok meglepetéssel szolgálhatnak, ha finomságokra (fajhő, felvett energia stb.) kérdezzünk rá. A kiválasztott két feladat elemzése remélhetőleg hozzájárul ahhoz, hogy ezek ismeretében szakmailag nagyobb biztonsággal „barangolhassunk” a p — V -diagram egyenesei mentén.

IRODALOM

- [1] Budó Ágoston: Kísérleti fizika I. Tankönyvkiadó, Budapest, 1978
- [2] M. W. Zemansky: Heat and Thermodynamics. McGraw—Hill, 1951
- [3] D. V. Szivuhin: Termodinamikai molekulárnája fizika. „Nauka”, Moszkva, 1975
- [4] A. H. Matvejev: Molekulárnája fizika. „Vüzsája skola”, Moszkva, 1981
- [5] Gimnáziumi összefoglaló feladatgyűjtemény. Tankönyvkiadó, Budapest, 1985
- [6] Kotek László: A politróp állapotváltozás. A Fizika Tanítása, 2 (1980), 38 p.

TAKÁCS GÁBOR

tanár

Budapest, Ilku Pál Általános Iskola

Egy helytelenül értelmezett matematikai feladat mint bonyolult fizikai probléma

A gimnáziumokban és a szakközépiskolákban rendszeresített [1], napjainkban is használatos Matematikai feladatgyűjtemény [2] negyedik fejezetének 317. feladata a következő:

Egy kádat a hidegvíz-csapon keresztül a perc alatt, a melegvíz-csapon keresztül b perc alatt tölthetünk meg. A tele kádból a víz a lefolyón keresztül c perc alatt folyik ki. Hány perc alatt telik meg a kád, ha egyszerre megnyitjuk a két csapot és a lefolyót?

E feladatnak és a feladatgyűjteményben található hasonló típusú többi feladatnak [3.287, 3.288, 4.316, 7.44 (3), 7.56 (3)] a megoldásként közölt végeredménye a probléma megoldásának egy olyan, a fizikai valóságtól távol

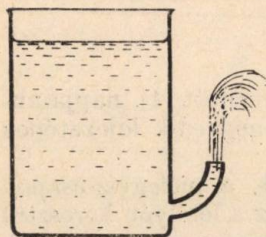
álló nagyvonalú értelmezését sugallja, amely egy, a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán (még a közös érettségi-felvételi matematika írásbeliket megelőző időszakban) felvételi feladatként is kitűzésre került „Egy medencébe 3 csap vezet. Az A és B csapon befelé, a C csapon kifelé folyik a víz. Ha az A és B csapokat egyszerre megnyitjuk, 3 óra 36 perc alatt, ha az A és C csapokat nyitjuk meg egyszerre, 12 óra alatt telik meg az üres medence. Ha a B csap megnyitása után 2 óra múlva megnyitjuk a C csapot, akkor ezután még 28 óra szükséges a medence megtöltéséhez. Ha a három csapot egyszerre nyitjuk, hány óra alatt telik meg a medence?” probléma megoldásaként részletezve is hozzáférhető [3]. Az említett példatárak [2], [3] és a középiskolák tanulói számára megjelent legfrissebb feladatgyűjtemény [9] szerzőinek állásfoglalását (remélhetőleg szándékuk szerint) értelmezve megállapítható, hogy az ilyen típusú feladatok megoldásánál egy hibás feltevessel élnek, miszerint a tele tartályból a lefolyón keresztül c időtartam alatt kifolyó víznek $1/c$ -ed része folyik ki egységnyi idő alatt. Pedig a matematikatanárok többsége felsőfokú tanulmányai során nem kerülhette ki a Torricelli-féle kiömlési törvény [4] megismerését.

Ha valamely edényben levő folyadék felszíne alatt h mélységben elhelyezett kifolyónyílás keresztmetszete annyival kisebb a folyadék felszínénél, hogy a felszín süllyedésének sebessége gyakorlatilag nullának tekinthető, és mindkét helyen, ahol a folyadék a külső levegővel érintkezik (felszínen és a kifolyónyílásnál) egyenlő a légnyomás, akkor a folyadék kiömlési sebessége:

$$v = \sqrt{2gh}.$$

Azaz a folyadék kiömlési sebessége függ a folyadékoszlop magasságától. Mivel a víznek a tartályból való kiömlése állandóan változó vízszint mellett történik, ezért a Torricelli-féle kiömlési törvény szerint a kiömlés nem lehet egyenletes. Ez a tény a probléma más megközelítését teszi szükségessé. Csakhogy a természet törvényeit fürkésző embernek alaptörvényként kell kezelnie, hogy „mindig a természetnek van igaza”. Ha okoskodásunk eredménye nem egyezik a megfigyelés (megfigyelések), illetve kísérlet (kísérletek) során tapasztaltakkal, akkor okoskodásunkban van a hiba. Még akkor is, ha igazolt törvényekből indulunk ki, ismert tényeket használunk fel, és csak olyan következtetéseket alkalmazunk, amelyek megfelelnek a formális logika szabályainak. A természet nem tud tévedni. A legjobb bizonyítás a kísérletekre támaszkodó tapasztalat.

Egy olyan edényt használva (1. ábra), amelynek kifolyónyílása felfelé lövell ki a vízszugarat, könnyen belátható, hogy a víz kiáramlási sebessége kisebb, mint $\sqrt{2gh}$. Ugyanis, ha a kiáramlási sebesség pontosan $\sqrt{2gh}$ volna, akkor a kiömlő vízszög éppen az edényben levő víz felszínével egyező magasságig emelkedne. A különbség azzal magyarázható, hogy a Torricelli-féle kiömlési törvénynek a Bernoulli-féle törvényből való levezetésekor a folyadék sűrűlődségének, kiömléskor fellépő sugárösszehúzódásának, az esetleges örvényképződésnek a szerepét elhanyagoltuk.



1. ábra

A kiömlési sebesség pontos értékének meghatározásához az áramlási körülmények részletes ismerete szükséges. Ezért a kiömlési sebesség nagyságára előbb egy alsó becslést adunk, majd a kifolyási szám fogalmát használjuk fel az említett tényezők figyelembevételére.

Egy tartályból az A keresztmetszetű kiömlőnyíláson v sebességgel Δt időtartam alatt kiömlő $vA\Delta t$ térfogatú víz függőleges irányban $\Delta p = \rho Av^2 \Delta t$ lendülettel rendelkezik. A vízre ható erő:

$$F = \Delta p / \Delta t = \rho Av^2.$$

Ez az erő a G súlyerő és a tartály aljának F_{ny} nyomóerejének különbségeként is megadható:

$$F = G - F_{ny}.$$

Ezért a tartály aljára ható erő:

$$F_{ny} = G - F = G - \rho Av^2. \quad (*)$$

Másrészt a tartály aljára ható erőt úgy is megkaphatjuk, ha a fenéklapnak (T) a kifolyónyílás keresztmetszetével csökkentett területét megszorozzuk a tartály alján fellépő átlagos nyomással:

$$F_{ny} = (T - A)p.$$

Az edény alján a folyadék áramlik, ezért a Bernoulli-féle törvényt alkalmazva:

$$p = \rho gh - \rho \frac{v^2}{2} < \rho gh,$$

azaz:

$$F_{ny} < (T - A)\rho gh. \quad (**)$$

Állandó keresztmetszetű edényt tekintve $G = Th\rho g$, ezért (*) és (**) felhasználásával:

$$Th\rho g - \rho Av^2 < (T - A)\rho gh,$$

amiből:

$$gh < V^2.$$

Így a már említett felső becslést is felhasználva:

$$\sqrt{gh} < v < \sqrt{2gh}.$$

Változó folyadékszint esetén egy tartály kiürülése, illetve nyitott kifolyónyílás mellett történő megtöltése instacionárius folyamat. Ugyanis a tartályban levő folyadék kiáramlási sebessége a kiáramlási keresztmetszetben változó. Mindezek ellenére a kiáramlási sebesség, valamint a kiürülés időtartama (illetve a megtöltés időtartama) tetszőleges, változó A_h keresztmetszetű tartály esetén is megadható az instacionárius áramlásokra vonatkozó (még felsőfokon is) bonyolultnak nevezhető tárgyalásmódot igénylő mozgásegyenlet felhasználása nélkül is, ha ismerjük a tartály keresztmetszetének változását a h folyadékszint függvényében.

A kifolyónyílás keresztmetszeténél általában kisebb a kilépő folyadék keresztmetszete, mert a sugár az irányelterelés miatt a kifolyónyílásban összehúzóul. A sugár összehúzódnak mértékét a kontrakciós számmal szokás megadni, amely a sugárkeresztmetszet és a kifolyónyílás keresztmetszetének a hányadosa. Jól legömbölyített, fúvókaszerű nyílások esetén a kontrakciós szám értéke 1 is lehet. A tényleges kiáramlási sebesség a súrlódás, az esetleges örvényképződés miatt is kisebb, mint a súrlódásmentes esethez tartozó kiáramlási sebesség. Ezt a sebességsökkenést a műszaki gyakorlatban az úgynevezett sebességtényezővel vesszük figyelembe.

A sebességtényező a kiáramlási nyílás alakjától és a folyadék viszkozitásától függ. A kontrakciós szám és a sebességtényező szorzata a μ kifolyási szám.

Tegyük fel, hogy valamely tartály keresztmetszete a folyadékszint függvényében az $A_h = f(h)$ összefüggéssel adható meg. Az üres tartályt egy csapon keresztül t_1 , egy másik csapon keresztül t_2 időtartam alatt tudjuk megtölteni.

A tele tartály a kifolyónyíláson át t_3 időtartam alatt ürül ki. Mennyi idő alatt telik meg a tartály, ha egyszerre megnyitjuk a két csapot és a kifolyónyílást?

A probléma megoldását a kifolyási szám meghatározásával kezdjük. Vizsgáljuk azt az esetet, amikor a teli tartályt úgy ürítjük ki, hogy csak a kifolyásnyílás csapja van nyitva! Ekkor az A kiáramlási keresztmetszetben a h pillanatnyi folyadékszint esetén a v kiáramlási sebesség:

$$v = \mu \sqrt{2gh}.$$

Ehhez a pillanathoz tartozó elemi térfogatáram:

$$\frac{dV}{dt} = \mu A \sqrt{2gh},$$

amiből:

$$dV = \mu A \sqrt{2gh} dt.$$

Az elemi térfogatváltozás a folyadékfelszín dh csökkenésével is megadható:

$$dV = -f(h)dh.$$

Ezeket összevetve:

$$-f(h)dh = \mu A \sqrt{2gh} dt,$$

amiből

$$dt = \frac{-f(h)}{\mu A \sqrt{2gh}} dh.$$

Amíg az idő $t = 0$ értékről $t = t_3$ -ra változik, addig a folyadékszint h -ról nullára csökken. Ezért:

$$\int_0^{t_3} dt = -\frac{1}{\mu A \sqrt{2g}} \int_h^0 \frac{f(h)}{\sqrt{h}} dh.$$

Vagyis:

$$t_3 = \frac{1}{\mu A \sqrt{2g}} \int_0^h \frac{f(h)}{\sqrt{h}} dh,$$

amiből:

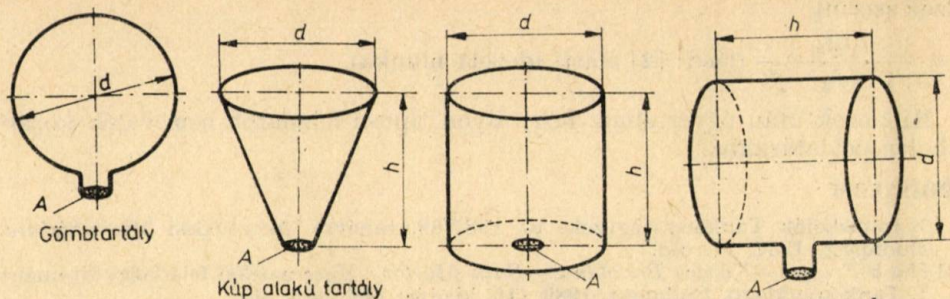
$$\mu A = \frac{1}{t_3 \sqrt{2g}} \int_0^h \frac{f(h)}{\sqrt{h}} dh.$$

Ha a $h \rightarrow \frac{f(h)}{\sqrt{h}}$ függvény primitív függvénye nem elemi függvény, vagy ha bár

az, de nem tudjuk meghatározni egyetlen primitív függvényét sem az elemi függvények körében, akkor a határozott integrál számértékének közelítő meghatározását, úgynevezett numerikus integrálást alkalmazhatunk [5].

Néhány tartály kiürítési időtartama (amiből a kiürítési időtartam ismeretében a kifolyási szám és a kiáramlási keresztmetszet szorzata számítható) az ábrán (2. ábra) látható jelölésekkel [6]:

Gömbtartály:
$$t = \frac{16\pi \sqrt{d^5}}{60 \mu A \sqrt{2g}}.$$



2. ábra

Kúp alakú tartály: $t = \frac{d^2 \pi \sqrt{h}}{10 \mu A \sqrt{2g}}$

Függőleges tengelyű hengeres tartály

Függőleges tengelyű hengeres tartály: $t = \frac{d^2 \pi \sqrt{h}}{2 \mu A \sqrt{2g}}$

Vízszintes tengelyű hengeres tartály: $t = \frac{4h \sqrt{d^3}}{3 \mu A \sqrt{2g}}$

Feltéve, hogy a feladatban szereplő tartály keresztmetszete állandó, például: $f(h) = T$, akkor a kifolyási szám és a kiáramlási keresztmetszet szorzata:

$$A = \frac{T}{t_3 \sqrt{2g}} \int_0^h \frac{1}{\sqrt{h}} dh = \frac{2T}{3t_3} \sqrt{\frac{h^3}{2g}}$$

Eredeti problémánkra visszatérve, a pillanatnyi térfogatáram:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{Th}{t_1} + \frac{Th}{t_2} - \mu A \sqrt{2gh},$$

amiből:

$$dV = \left(\frac{Th}{t_1} + \frac{Th}{t_2} - \mu A \sqrt{2gh} \right) dt.$$

Másrészt: $dV = Tdh$, ezért:

$$Tdh = \left(\frac{Th}{t_1} + \frac{Th}{t_2} - \mu A \sqrt{2gh} \right) dt,$$

amiből:

$$dt = \frac{T}{\frac{Th}{t_1} + \frac{Th}{t_2} - \mu A \sqrt{2gh}} dh.$$

A kifolyási szám és a kiáramlási keresztmetszet szorzatára kapott összefüggést felhasználva:

$$dt = \frac{1}{\frac{h}{t_1} + \frac{h}{t_2} - \frac{2h^2}{3t_3}} dh,$$

amiből:

$$t = \int_0^t dt = \int_0^h \frac{3t_1 t_2 t_3}{3t_2 t_3 h + 3t_1 t_3 h - 2t_1 t_2 h^2} dh.$$

Ezek szerint :

$$t \neq \frac{t_1 t_2 t_3}{t_1 t_3 + t_2 t_3 - t_1 t_2} \text{ (lásd: [2] alatti idézett munka).}$$

Mindezek után egyértelmű, hogy ilyen típusú feladatok nem valók középiskolás példatárakba.

IRODALOM

- [1] Középiskolák Tankönyvjegyzéke az 1987/88. tanévre. Művelődési Minisztérium, Budapest, 1987. 11. old.
- [2] *Hack Frigyes—Kovács Bertalanné—Sain Márton*: Matematikai feladatgyűjtemény I. Tankönyvkiadó, Budapest, 1986. (16. kiadás) 248., 485. old.
- [3] *Antonov, Vigodszkij, Nyikltjin, Szankin*: Matematikai feladatok. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968. (második javított és módosított kiadás) 75., 336. old.
- [4] *Dr. Budó Ágoston—Dr. Pócza Jenő*: Kísérleti fizika I. Tankönyvkiadó, Budapest, 1965. (Második kiadás), 260 old.
- [5] *Kovács József—Takács Gábor—Takács Miklós*: Analízis. (Matematika a műszaki főiskolák számára) Tankönyvkiadó, Budapest, 1986. 280—286. old.
- [6] *Willi Bohl*: Műszaki áramlástan. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983. 134—141. old.
- [7] *Gnädig Péter—Palla László*: Elméleti fizikai példatár I. Tankönyvkiadó, Budapest, 1981. 277. old.
- [8] *Dr. Gruber József—Dr. Blahó Miklós*: Folyadékok mechanikája. Tankönyvkiadó, Budapest, 1971. (Hetedik, javított kiadás) 103—106. old.
- [9] *Bartha Gábor—Bogdán Zoltán—Csüri József—Duró Lajosné dr—dr. Gyapjas Ferencné—dr. Kántor Sándorné—dr. Pintér Lajosné*: Matematika feladatgyűjtemény I. a középiskolák tanulói számára. Tankönyvkiadó, Bp. 1987. 170—171., 473. old.

„GRAFIKONKÉSZÍTŐ” PROGRAM FIZIKAI MÉRÉSEKHEZ TV-KOMPUTERRE

A Tisztelt Kollégák is tapasztalták már, hogy a tanulói fizikai gyakorlatok anynyira kicsúsznak az időből, hogy a mért eredmények grafikus feldolgozására már csak szűken marad néhány perc. Ennek megkönnyítésére szolgál az alábbi program, bár nem helyettesítheti a tanulók önálló munkáját:

A program gombnyomásra indul; megkérdezi az X és Y tengelyek betűjelét (pl. mozgásos problémáknál: S, T), majd a két tengelyen ábrázolandó max. értékeket.

Kirajzolja a koordináta-rendszer I. síknegyedét: a beosztások késsel, minden ötödik világoszölddel kiemelve. A begépetelt értékpár alapján a koordináta-rendszerben egy kis négyzet jelenik meg. Ha több adatunk már nincs, akkor nem kell megvárunk az újabb adatbekérést jelző sípjelet, hanem a K betű lenyomásával kérhetjük az addigi adatsort. Végül vizsgálhatjuk az eredeti grafikont is alaposabb megsejmlélésre.

A begépetelt adatokat a program megőrzi, tehát közvetlenül a mérés során is alkalmazható.

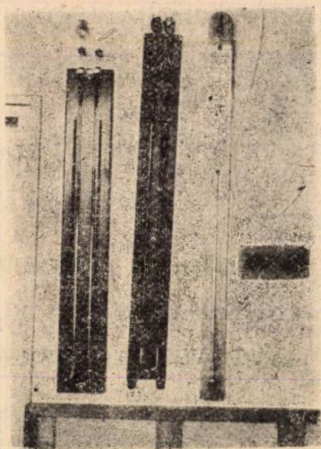
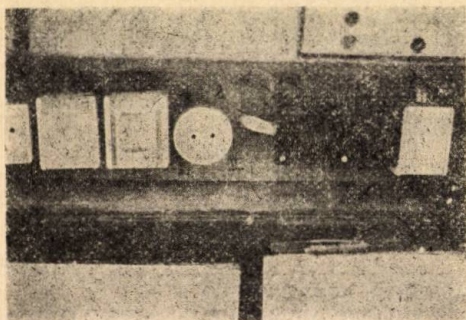
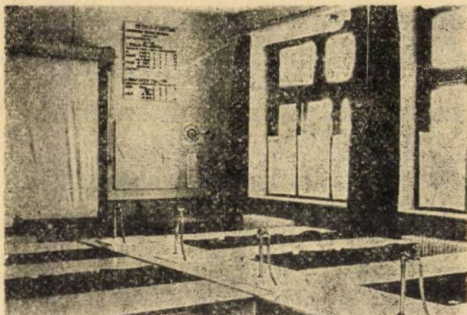
GRAFIKON — K VIDEOTON TV—COMPUTER

```
10 RANDOMIZE:POKE 2918,1
20 GRAPHICS 16:SET PAPER
   11:CLS:DIM X(100), Y(100),
   U(100), O(100)
30 SET INK 1:PRINT AT 3,2:
  "G R A F I K O N":PRINT
  AT 5,5:"készítő":PRINT AT 7,1:
  "":
  PLOT, 100, 600; 100, 100; 800, 100
35 SET INK 3:FOR I=1 TO RND(15):
  PLOT, RND(700)+100, RND(500)
  +100:SOUND PITCH RND(2000)
  +2000, DURATION 2:FOR W=1
  TO 400:NEXT W, I
40 FOR I=1 TO 4:SOUND; PITCH
  2200, duration 15:NEXT:SOUND:
  GET
50 GRAPHICS 4
60 ! ... tengelyek rajzolása és bejelölése ...
70 INPUT PROMT "X-tengely jele:":
  X$: INPUT PROMT "Y-tengely
  jele:":Y$:PRINT X$;"-tengely max.
  értéke:":INPUT XM:PRINT Y$;"-
  tengely max. értéke:":INPUT YM:
  CLS
```

```
80 E=100:GOSUB 90:GOTO 155
90 N=0:SET INK 3:PLOT, E, E,;
  1000,E,E,E;E,900:PRINT AT 1,4:
  "K=KILÉP!"
100 IF XM > YM THEN L=(900-E)/
  XM:ELSE L=(900-E)/YM
110 FOR B=E TO 1000 STEP L
120 IF N/5-INT(N/5)=0 THEN SET
  INK 1:ELSE SET INK 3
130 Plot,B,E-10;B,E:IF B 900 THEN
  PLOT, E-10,B;E,B
140 N=N+1:NEXT
150 PRINT AT 4,2:Y$:PRINT AT
  23,3:X$:RETURN
155 FOR I=1 TO 1000:SET INK 0:
  PRINT AT 1,24:"":
  PRINT TAB 24 "":
  SET INK 1
160 SOUND PITCH 4000:PRINT AT
  1,20:X$;I:INPUT X I
170 PRINT AT 2,20:Y$;I:INPUT Y I
180 U(I)=E+L×X(I):O(I)=E+L×Y(I)
190 SET INK 1:PLOT,U(I)-2,O(I)-2;
  U(I)+2,O(I)-2;U(I)+2,O(I)+2;
  U(I)-2,O(I)+2;U(I)-2,O(I)-2
200 FOR TIME=0 TO 600:IF
  INKEY$="K" THEN 220
210 NEXT TIME,I
220 SET INK 1:CLS
230 PRINT AT 2,10:"ADATFELDOL-
  GOZÁS":PRINT AT 4,1:"":
  "":
240 FOR ADAT=1 TO I
250 PRINT AT ADAT+6,2:X$:ADAT;:
  PRINT TAB(7);:PRINT USING
  "# # . # #":X(ADAT);:PRINT
  TAB(20)Y$:ADAT;:PRINT TAB(25)
  :PRINT USING "# # . # #":
  Y(ADAT)
260 GET:NEXT ADAT
270 PRINT "KÉR GRAFIKONT
  /I/N/:"
290 IF INKEY$="I" THEN 300:
  ELSE 290
300 CLS:GOSUB 90
310 FOR W=1 TO I
320 SET INK 1:PLOT,U(W)-2,O(W)
  -2;U(W)+2,O(W)-2;U(W)+
  2,O(W)+2;U(W)-2;O(W)+2;U(W)
  -2,O(W)-2
330 NEXT
340 PRINT AT 1,4:"ÚJ FELDOLGO-
  ZÁS /I/N/";
350 A$=INKEY$:IF A$="" THEN
  350
360 IF A$="I" THEN 50:ELSE END
```

AGÓCS LÁSZLÓ
Borsodbóta Általános Iskola

A FIZIKA SZAKTANTEREM AZ OKTATÁSTECHNIKAI KÖVETELMÉNYEK TÜKRÉBEN



A kis feszültségű, gyengeáramú áramforrást igénylő elektromosságtani és a fénytani tanulókísérleteknél többféle gond merült fel a zsebtelepek alkalmazásakor. Ezt szerettem volna kiküszöbölni, s így jött létre — az iskolát támogató szocialista brigádok segítségével — az alábbi hálózat.

A szaktantermi asztalba beépítettük a meglévő iskolai tápegységet. A tápegységre megjelölt csatlakozóvillaival lehet a két tanulói hálózatot csatlakoztatni. A szaktantermi asztalba beépített két csoportkapcsolóval lehet a két tanulói hálózat mindkét vezetékeit megszakítani, illetve zárni s így amennyiben az egyik tanulói hálózatra kapcsolt csoportok helyesen végezték el a kapcsolást, a kísérleti eszközök összeállítását, úgy az ő berendezéseiket a csoport kapcsolójával lehet feszültség alá helyezni. A másik tanulói hálózatra kapcsolt csoportok ezalatt még végezhetik a kísérleti eszközök összeállítását — feszültségmentes hálózaton.

A demonstrációs kísérletek céljára külön csatlakozó szolgál, amelyet a tanulókísérleti hálózattal együtt, illetve attól függetlenül is lehet használni.

A tanulókísérletekhez süllyesztett, védőérintkező nélküli konnektoros csatlakozó helyeket építettünk ki a tanulói asztalok végénél — a tanteremben közepén végigfutó — beépített szekrény-sorba.

A csatlakozóhelyeknél színjelzéssel (piros és kék) és egyúttal számozással (I. és II.) biztosítjuk a polaritáshelyes csatlakozást. Ehhez felhasználtuk a fizikai elektromosságtani, fénytani tanulókísérleti készletben levő zsebteleptartókat, melyekhez csavarozással kb. 120 cm hosszúságú műanyag tömlővezeték szereltünk, a végén védőérintkező nélküli dugaszolóvillaival. A dugaszolóvillaikat is színjelzéssel és számozással láttuk el, s a bekötéseket is úgy készítettük el, hogy ha a csatlakozó vezeték a dugaszolóvillából „felé” mutat, akkor polaritáshelyes a csatlakozás. Magán a zsebteleptartón is megtalálható ugyanez a színjelzés és a számozás. Igazodva a tanulókísérleti mérőműszerek átmenő-banándugójának színéhez, nálunk is piros színű a pozitív pólus jelzése a tápegységtől a zsebteleptartóig.

Ilyen módon az elektromosságtani tanulókísérleti műanyag alaplapra lehet rögzíteni a zsebteleptartót, illetve fény-

tani tanulókísérletek esetében a fénytani tanulókísérleti készletre lehet rögzíteni a zsebleptartót.

Biztonsági okokból a szaktantermi asztal hálózati árammal való ellátása a szertárból történik. Ott helyeztünk el egy magnescapcsolót, a (bekapcsolt állapotot jelező kontroll lámpával), melyhez a záró (bekapcsoló) nyomógombot is a szertárban szereltük fel. Mellette helyeztünk el bontó (kikapcsoló) nyomógombot is, de bontó nyomógombot szereltünk fel a szaktantermi asztalra is és a tanulói merőhelyekhez is.

Igy a rendszer bekapcsolása csak a szertárból történhet, a teljes kikapcsolásra viszont a tanulói merőhelyeknél, a szaktantermi asztalnál és a szertárban is van független kapcsoló.

A zsebleptartókhoz azért szereltünk fel védőerintkező nélküli dugaszolóvilla-kat banándugó helyett, hogy még tévedésből se legyen csatlakoztatni a szaktanterm védőföldetl konnektoraihoz, mivel ezt a meretük kizárja.

E megoldással azonos feszültségű áramforrással minden kísérletező tanulócsoport rendelkezésére, s a tápegység adta lehetőség: az áramforrás feszültsége 2—24 V között változtatható, akár egyenáramú, akár váltakozó áramú áramforrásként használhatják a tanulók is.

A fénytani tanulókísérleteknél a tanulókísérleti lámpatestekbe 6 V feszültségű kerékpárizzót szereltünk, s e hálózatra csatlakoztatjuk a már ismertetett zsebleptartók segítségével. A nagyobb feszültségű, nagyobb teljesítményű kerékpárizzók használata igen nagy előny a zsebleptekhez kapcsolt zseblámpaizzók által adott fényszegény tanulókísérletekkel szemben.

Ilyen módon házi kivitelezéssel, igen csekély anyagi ráfordítással az elektromosságtani és a fénytani tanulókísérleti eszközök alkalmazása sokrétűbb, látványosabb, eredményesebb lehet.

A fénytani kísérletek, az írásvetítő és a vetítőgépek kényelmesebb használata miatt a szaktanterm világítási hálózatán is módosítottunk: a tantermi kapcsolók helyére egy bekapcsoló (zöld) és egy kikapcsoló (piros) nyomógombot szereltünk fel, amelyek a tantermi világítást működtető magnescapcsolót vezérlik. Ezekkel egy időben a szaktantermi asztalra is szereltünk egy záró és egy

bontó nyomógombot, amelyekkel a fénytani kísérletek alkalmazásánál, illetve az írásvetítő és a vetítőgépek használatánál „tavvezereink” a terem világítását.

A tanterem, így a szaktantermek használatára során gondot jelent a vetítőernyő megfelelő elhelyezése. A fényszegény diafilx ernyők helyett magam inkább a vetítőernyőt alkalmazom a következő megoldással:

A tanteremben két darab 2 méteres csigán felfüggesztett, kiegyensúlyozott függőlegesen mozgatható (sinen csúszó) zöld színű táblát helyeztünk el sötétbarna tartószerkezetben. A tartószerkezet tetejében egy takarlap alatt a táblával egyezően 2 méter széleségű és 2—2,5 méter hosszúságú fehér lenvászon vetítőernyő van redonyszerűen egy vízszintes rúdra rögzítve, feltekerve. A tábla tartószerkezetének oldalán két muanyag csigán átvezetett kötél segítségével lehet ezt a jókora méretű házi készítésű vetítőernyőt a táblák elé engedni, illetve feltekerni.

Ilyen módon a 16 mm-es film, a diafilm és az írásvetítő fóliáról kivetített kép is megfelelő nagyságú, a terem közepén helyezkedik el, függőleges síkú (a vászon és a vetítendő kép síkja, illetve a vetítőkészülék optikájának síkja párhuzamos, tehát nem torz a kép, és jól látható a terem bármely pontjáról).

A szaktanterm megfelelő elszötétítését pedig fekete klott anyagú függönyökkel tudjuk biztosítani, ezek sötét hatását narancssárga függönyök tompítják.

A szemléltetőeszközök jelentős részét (köztük a saját tervezésű, illetve házi kivitelezésű eszközöket), olyan üveglablakú szekrényekben helyeztük el, amelyek a tanterem építéskor megszüntetett régi ablakok helyén kerültek beépítésre.

A szemléltetőeszközökből készült összeállítások így előzetesen felkeltik a tanulók érdeklődését, a tananyag feldolgozása után pedig felidézlik a tanulóknál a végzett kísérleteket, így módon is elősegítik az eredményesebb munkavégzést.

Előnye továbbá, hogy egy-egy ilyen összeállítás az előkészítés idejét is lerövidíti.

Az iskolánkban megvalósított rendszert teljes egészében vagy részleteiben is elkészítésre, felhasználásra, alkalmazásra javaslom minden érdeklődő számára.

ELEKTROMOS HINTA

Az elektromos hinta két fő részből áll: a tartószerkezetből (az állványból) és a cserélhető lengő részből.

Az állvány anyaga 10 mm vastagságú textílbakelit, amelynek elemeit csavarozással rögzítettük, s ezen az állványon ugyancsak csavarozással rögzítettük az elektromos vezetőként szolgáló rézlapokat, banánhüvelyeket és a tartócsavarokat.

Az állvány alaplapjába beépítettünk egy 3 MA-es magnetofon kivezérlésjelző mérőműszert és egy zseblámpaizzó foglalatot. A tartószerkezet talpára négy gumilábát csavaroztuk.

A cserélhető lengő részek tartókarjai szintén rézlapokból készültek. A tartókarok alját 8 mm átmérőjű műanyag rudakkal fogattuk össze, erre tekercseljük fel különböző menetszámokkal a 0,1 mm átmérőjű lakkszigetelésű vezetőket. A tekercsek között van 1 menetű tekercs, majd 4—8—16, illetve egy kb. 10 ezer menetű tekercs is.

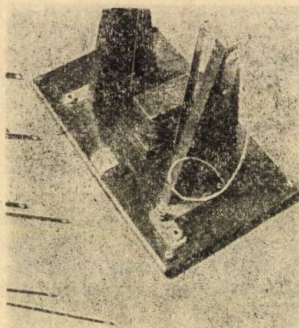
Az eszközt a 6. osztályos „Mágneses alapjelenségek” című témakör feldolgozásakor az 1 menetű tekercssel, a beépített zseblámpaizzóval, zsebteleppel sorba kötve nyitott, illetve zárt áramkör esetén célszerű bemutatni a melléhelyezett iránytűvel.

A 7. osztályban „Az áramerősség mérése”, illetve a „Sorosan és a párhuzamosan kapcsolt fogyasztók eredő ellenállása” című anyagrészt tanári demonstrációs kísérleténél a patkómágnessel és a legnagyobb menetszámú tekercssel célszerű használni.

A 8. osztályos elektromosságtani anyag részben több felhasználási lehetőség is kínálkozik a tanulók számára ekkor már ismerős elektromos hintával: ilyen az „Elektromos áram mágneses hatása” vagy „Az elektromágnes és gyakorlati alkalmazása”.

Az eddigi felhasználási módoknál nem került sor a beépített érzékeny mérőműszer használatára. „Az elektromos indukció” című témakör feldolgozásánál hivatkozhatunk a készülék eddigi alkalmazásaira, de fordítsuk meg a folyamatot: az izzólámpa beiktatása és a mérőműszer bekapcsolása után kézzel mozgassuk előre-hátra a patkómágnes mágneses mezőjében elhelyezett legnagyobb menetszámú tekercset: megfelelő mágneses mező esetén a műszer áramot jelez.

Hasonló módon — tanári demonstrációs eszközként — alkalmazható az eszköz „Az indukált áram” című anyagnál



a különböző menetszámú tekercseket alkalmazva.

Utoljára említtem a dinamikus fehallgató és hangszóró, valamint a mikrofon és a hangszedő működésének bemutatására „A mikrofon, a telefon, magnetofon, rádió és televízió elve” című olvasmány feldolgozásakor.

Az eszköz teljes kifejlesztésében segítségemre volt egy, az iskolánkat támogató szocialista brigád. Az elektromos hintát újítként elfogadta a Komárom Megyei Pedagógiai Intézet.

KATONA ISTVÁN
Kesztlőc Általános Iskola

SOROS RLC KÖR VIZSGÁLATA

Az általam készített program soros RLC kör vizsgálatát teszi lehetővé. A program Commodore plus/4 és Commodore 16-os gépeken futtatható. Elsősorban a gimnáziumok III. osztályában használhatják a fizikatanárok, ha már az alapfogalmakat elsajátították a tanulókkal.

A 2. grafikus képernyőt 4 részre osztottam. A bal felső részben a kapcsolási rajz jelenik meg. A bemenő adatok: váltakozó feszültség effektív értéke, ohmos ellenállás értéke, tekercs önindukciós együtthatójának értéke mH-ben, a kondenzátor kapacitása mikrofaraadban. A váltakozó feszültség frekvenciája 50 Hz, ez nem változtatható a felhasználó által.

A bemenő adatok az ábra alatt jelennek meg. A gép kívánságra a következő mennyiségeket számolja, és rögzíti a képernyőn: XL ; XC ; Z ; I ; UL ; UC ; UR ; U_{max} ; I_{max} ; és fázisszög.

Ezek után a képernyő jobb felső részében a váltakozó feszültség és áramerősség időbeli lefutását ábrázoltam. Ezen tanulmányozható a fázisszögnek a bemenő adatoktól való függősége.

Természetesen a program abban az esetben is használható, ha L vagy C vagy mindkettő értéke 0! Tehát soros

RL, RC, LC körök vizsgálatát is lehetővé teszi. A soros *LC* kört úgy vizsgálhatjuk, hogy *R*-nek nagyon kicsi, de 0-tól különböző értéket adunk.

A program használatát javaslom feladatmegoldó órákra is, hisz a tanulók munkája, kapott eredményeik, ábráik gyorsan, hatékonyan ellenőrizhetők.

TRENCSENYI MIKLÓS

Vásárosnamény

II. Rákóczi Ferenc Gimnázium

```

10 SCHCLR
20 REM*****
30 REM KESZITETTE
40 REM TRENCSENYI MIKLÓS*
50 REM TÁHAR *
60 REM*****
62 REM-----
63 REM KAPCSOLÁSI RÁJZ
64 REM-----
70 GRAPHIC2,1
80 DRAW1,150,0 TO 150,170
90 DRAW1,0,100 TO 319,100
100 DRAW1,60,90 TO 10,90 TO 10,10 TO 25,10
105 BOX1,25,5,50,15
110 DRAW1,10,10 TO 25,10
120 DRAW1,50,10 TO 75,10 BOX1,75,5,100,15,0,1
130 DRAW 1,100,10 TO 115,10 DRAW1,115,5 TO 115,15
140 DRAW1,120,5 TO 120,15 DRAW1,120,10 TO 140,10 TO 140,90 TO 80,90
150 CHAR1,10,3,"L":CHAR1,5,3,"R"
160 CHAR1,15,3,"C":CHAR1,8,9,"U"
170 CHAR1,7,11,"o":CHAR1,9,11,"o"
175 DRAW1,0,150 TO 319,150
180 REM-----
190 REM BEMENŐ ADATOK SZÁMOLÁS
191 REM-----
200 PRINT"KEREM AZ U-T VOLTÁNCI"
205 PRINT"KEREM AZ L-ET MILIHENRIBENI?"
206 PRINT"KEREM A C-T MIKROFARADBAN?"
207 PRINT"FREKVENCIA 50 HZ LESZ?"
208 INPUT "U=":U
209 M=2*3.14*50
210 INPUT "L=":L:XL=M*L/1000
215 INPUT "C=":C
217 INPUT "R=":R
218 CHAR1,1,16,"R="+STR$(0.001*INT(1000*R))+ " OHM"
219 CHAR1,1,17,"FREKVENCIA=50 HZ"
220 IF C=0 THEN 232
230 XC=1/(M*C/1000000):GOTO 233
232 XC=0
233 CHAR1,1,13,"U=" +STR$(0.001*INT(1000*U))+ " VOLT"
234 CHAR1,1,14,"L="+STR$(0.001*INT(1000*L))+ " MILIHENRI"
235 CHAR1,1,15,"C="+STR$(0.001*INT(1000*C))+ " MIKROFARAD"
236 PRINT"KÉRERED AZ EREDMÉNYEKET? (I/N)"
237 INPUT$:IF A<>"I" THEN 237
243 Z=SQR(R*R+(XL-XC)^2)
250 I=U/Z
255 CHAR1,20,13," XL="+STR$(0.001*INT(1000*XL))+ " OHM "
260 CHAR1,20,14," XC="+STR$(0.001*INT(1000*XC))+ " OHM"
265 CHAR1,20,15," Z="+STR$(0.001*INT(1000*Z))+ " OHM"
270 CHAR1,20,16," I="+STR$(0.001*INT(1000*I))+ " AMPER"
280 UR=I*R:UL=I*XL:UC=I*XC
290 CHAR1,20,17,"UR="+STR$(0.001*INT(1000*UR))+ " VOLT"
300 CHAR1,20,18,"UC="+STR$(0.001*INT(1000*UC))+ " VOLT"
310 CHAR1,20,19,"UL="+STR$(0.001*INT(1000*UL))+ " VOLT"
350 FJ=ATN((XL-XC)/R)
355 FI=FJ*180/3.14
360 CHAR1,20,11,"FI="+STR$(0.001*INT(1000*FI))+ " "
370 DRAW1,155,50 TO 319,50 DRAW1,155,0 TO 155,50
380 CHAR1,20,0,"U":CHAR1,20,2,"I":CHAR1,30,5,"T"
400 REM-----
410 REM FV. ÁBRÁZOLÁS --
420 REM-----
490 UM=U*SQR(2):IM=I*SQR(2)
492 PRINT"U MAX=";UM;" VOLT":PRINT"I MAX=";IM;" AMPER"
495 IF UM<5 THEN 500:ELSE 497 RUN
497 0=INT(UM/40):UM=UM/0
500 FOR T=0 TO 0.02 STEP 0.0002
510 X=155+8200*T
520 U=UM*SIN(M*T):I=IM*SIN(M*T+FJ)
530 Y=50-U
540 YI=50-(10*I)
550 DRAW1,X,Y:DRAW1,X,YI
560 NEXT T
600 PRINT"MEGISMETELJUK ÚJ ADATOKKAL?(I/N)"
610 INPUT$:IF A<>"I" THEN 610
950 I=U/Z
1010 GRAPHIC0,1
1020 GOTO 70

```

READY.

Könyvismertetés

Janóczki József—Kutiné Darai Judit—
Nagy Mihály:

FELADATOK ÉS MEGOLDÁSOK A HATVANI ISTVÁN FIZIKAVERSENYEN 1984/85., 1985/86. TANÉV

Debrecen, KLTE Könyvtár Sokszorosító
Üzem 1987. 104. oldal

A tudós kísérletező Hatvani professzor hagyatékának méltó továbbvivői Hajdú megyében már évek óta gondoskodnak a fizikára és ezen át a széles látókörű természetszemléletre éhes diákok szellemi táplálékának magas szintű és rendszeres biztosításáról. Széles körű mozgalommá vált az elmúlt hat évben a 7. és 8. osztályos általános iskolásokat, illetve a középiskolák elsőseit foglalkoztató feladatmegoldó verseny. Ehhez szükség volt olyan lelkes szervező tanár egyéniségekre, mint pl. dr. Nagy Mihály, aki motorja a mozgalomnak. Nagy részük van a diákjaikat orientáló segítő tanároknak is abban, hogy az 1986/87-es tanévben már összesen 621 diák küldött be megoldásokat Debrecen és Hajdú-Bihar megye 54 általános és középiskolájából. A sikerhez szükséges a diákok érdeklődése, lelkesedése, ami a tapasztalatok alapján sohasem apad ki, még akkor sem, ha ezt a társadalmi értéket változásai nem feltétlenül támogatják egyértelműen.

Végezetül fordulólól fordulóra szükség van újabb és újabb feladatokra, problémákra, amelyek ébren tartják az érdeklődést, fokozzák a versenyszellemet, és a versenyben elért eredményektől függetlenül is új ismereteket, intellektuális élményt nyújtanak. E feladatok gyűjteményét a szerzők már többször közzétették, általában kétévenként. Most az 1984/85. és 1985/86-os tanév versenyfeladatait és azok megoldásait olvashatják a szerencsések az ELFT Hajdú-Bihar megyei csoportja és a Hajdú-Bihar Megyei Pedagógiai Intézet gondozásában. A mintegy 100 oldal terjedelmű kiadvány a KLTE sokszorosító üzemében készült 700 példányban, és eljutott az érintett iskolák tanáraihoz, valamint az 1987-ben Kaposvárott rendezett országos Középiskolai Fizikatanári Ankét érdeklődő résztvevőiehez.

A gyűjteményben tanévenként 4 évközi forduló, valamint a döntő feladatai szerepelnek (fordulónként 8 feladat). Az összesen 80 feladat jelentős része újszerű,

más gyűjteményekben nem szereplő, vagy újra átgondolt és módosított változat. Valójában igazságtalanság is csak feladatokról beszélni, hiszen szinte minden forduló 8 feladata közül kb. csak fele, vagy annyi sem a klasszikus értelemben vett feladat, ahol ismert összefüggések felhasználásával ki kell számolni a végeredményt. A gyűjteményben szereplő „feladatok” több mint negyede körültekintő gondolkodást, irodalmazást igénylő problémafelvetés. Ezek megoldása nem egy könnyen ellenőrizhető számérték, hanem alternatív megfontolások, megközelítések is szerepelnek a megoldások között. Jellemző az értékelés rugalmasságára, hogy ilyen esetekben a megoldásban a szerzők tárgyalják, illetve példaként hozzák a diákok által adott arra érdemes megoldásokat is. Ez az életszerű megdöntés is, de már eleve a feladatok magyarázatokkal egybekötött megfogalmazása is sokat segít a fizikai, illetve a természettudományos gondolkodás tágitásában. Aki egy feladatot sem old meg, csak elolvassa azokat, már ezáltal is új ismeretekkel, gondolatokkal gazdagodik. A feladatok megoldása, vagy legalábbis a megoldások áttanulmányozása külön élmény, újabb ismeretszerzési alkalom. A kiadvány második, a megoldások tartalmazó része az értékes terjedelemben több mint kétharmada, ellátva a szükséges illusztrációkkal, ábrákkal, táblázatokkal.

Külön említendő az a feladatok, amelyek megoldása folyamatos otthoni munkát, irodalmazást, kísérletezést igényel. Minden évközi feladatsorozatban található egy-egy olyan kérdés, amely valamelyik neves fizikus, természettudós munkásságának megismerése útján oldható meg. A nyomozást sokszor egy idézet vagy felfedezés alapján kell elkezdeni. E sorok szerzője többször maga is tapasztalta, hogy a kezdő nyom megtalálására a szülőket is mozgósították a diákok. A „Ki mondta”, „Ki fedezte fel?” jellegű rávezető kérdések megoldása sok esetben családi ügygő vált. A további alkérdések ezután biztosították, hogy a nyomon elindulva, utána olvassa megismerjék egy-egy jelentős személyiség munkásságát, vagy egy-egy felfedezés körülményeit, hátterét. Sokszor lehetőség volt egy adott ilyen problémával, annak jelentőségével kapcsolatban saját véleményük kifejtésére is, amelyek közül néhány érdekes szemléltetést a megoldások között is megtalálunk. A fentiek mellett még ki kell emelni, hogy szinte minden sorozatban van egy olyan feladat, amelyet kísérletileg kell vagy lehet megoldani, fejlesztve ezzel a manuális kész-

séget, és gyakorlati élményt is adva. A legjobbak számára rendezett döntő egyik feladata hagyományosan kísérleti jellegű.

Ízelítőül érdemes legalább címszószerűen felidézni néhányat a megoldandó problémák, kísérleti feladatok közül, melyek sokszor a mindennapi tapasztalatokon való elgondolkodásra serkentenek (kettős ablakban látott tükröképek, fali tükröben magát látni akaró ember, karcolás láthatósága az üvegen, hidegérzet szeles időben, izzólámpa kiégése, folyadékkal különböző mértékig megtöltött poharak csengése stb.).

Külön érdeme a gyűjteménynek, hogy nemcsak a klasszikus területekkel foglalkozik, hanem fellelhetők benne a statisztikus fizika, a kvantáltság, az eloszlások megértésére rávezető problémák is. Az ilyenek ma még kevésbé elterjedtek, ezért megoldásuk sem annyira természet-

tesen egyszerű még a jobbak számára sem. Ezt talán a feladatokra adandó pontszámok megállapításánál is fokozottan érvényesíteni lehetett volna.

A fizika szinte minden ágát érintő kiadvány már jelen formájában is alkalmas arra, hogy akár a debrecenihez hasonló tehetségfeltáró és egyben az általános és középiskola közötti átmenet nehézségét megkönnyítő szélesebb régióra kiterjedő mozgalom egyik kristályosodási góca legyen. Alkalmas ugyanakkor az órai anyag színesítésére, szakköri foglalkozások segédanyagául, de részletesen kidolgozott megoldásai révén akár egyéni otthoni továbbképzésre is, érdeklődő diákok számára.

DR. KISS SÁNDOR
egyetemi adjunktus
KLTE

INHALT

Artikelsammlung aus Stoffen der Vorlesungen und Werkstattgespräche der Enquete in Győr in 1986.	33
<i>Dr. Tarnóczy Tamás</i> : Akustische Grundbergiffe	33
<i>Dr. Nagy Mihály</i> : Experimente mit nukleärem Spurdetektor-Bausatz	40
<i>Dr. Molnár Miklós—Dr. Papp Katalin</i> : Atomphysische Messungen, Simulation mit Personalcomputer zum Physikunterricht der IV. Klasse des Gymnasiums ..	42
<i>Dr. Kótek László</i> : Entlang der Geraden des p—V-Diagrammes (ideale Gase)	48
<i>Takács Gábor</i> : Eine falsch ausgelegte mathematische Aufgabe als kompliziertes physikalisches Problem	53
Praktischer Winkel (<i>Agócs László, Trencsényi Miklós, Katona István</i>) ...	59
Buchbesprechung (<i>Dr. Kiss Sándor</i>)	64
In memoriam! Antal János Balogh Lászlóné dr.	B/4

СОДЕРЖАНИЕ

Серия статей из докладов и материала семинаров анкеты 1986 года в городе Дьёр	33
<i>Д-р Тарночи Тамаш</i> : Основные понятия акустики	33
<i>Д-р Надь Михай</i> : Эксперименты с основными ядерными наборами с помощью детектора, оставляющего следы	40
<i>Д-р Молнар Миклош—д-р Пapp Кatalin</i> : Измерения по атомной физике, компьютерная симуляция для физики 4-ого класса гимназии	42
<i>Д-р Котек Ласло</i> : Блуждание по прямым диаграммы p—V (идеальные газы) ..	48
<i>Такач Габор</i> : Одна из ошибочно воспринятых задач по математике как сложная физическая проблема	53
Уголокидей (<i>Агоч Ласло, Тренчени Миклош, Катона Иштван</i>)	59
Аннотация книг (<i>д-р Кишш Шандор</i>)	64
Ин мемориам! Антал Янош (<i>Балог Ласлонэ г-р</i>)	B/4

In memoriam!

ANTAL JÁNOS

(1926—1988.)

Az OKTV Fizika I. Versenybizottságának ez év február 3-i ülésén üresen maradt egy szék: a bizottság elnökének, Antal Jánosnak a helye. Hiányzott, és most már mindig hiányozni fog kristálytisza logikája, imponálóan magabiztos tudása, a legkisebb szakmai pontatlanságot pillanatok alatt átlátó, kritikus szelleme, derűs humora, kedves humánus egyénisége.

Antal János 1950-ben szerzett gépészmérnöki diplomát a Budapesti Műszaki Egyetemen. Eredményekben gazdag kutatói és oktatói munkáját is itt végezte: 1977-ben egyetemi tanárrá, majd tanszékvezetővé nevezték ki. 1987-től pedig a BME Fizikai Intézetének igazgatóhelyettese lett.

Megalakulása óta tagja az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Vákuumfizikai Szakcsoportjának. Az International Union of Vacuum Science, Technique and Application (IUVSTA) nemzetközi szervezet alapító tagja, és amikor 1960-ban a MTA VI. osztálya irányítása alatt létrejött a szervezet Magyar Nemzeti Bizottsága, ennek is tagja, majd később elnöke lett. 1980-ban a IUVSTA alelnökévé, majd elnökévé választották.

Számos tudományos közleménye, tankönyve és jegyzete jelent meg, legutóbb az 1980-ban, az általa szerkesztett: Fizikai kézikönyv műszakiaknak címmel.

Nevét a középfokú oktatásban dolgozók kevésbé ismerték, pedig sokat tett a középiskolai fizikatanítás színvonalának emeléséért, és a tehetséges tanulók kiválasztásáért. A Művelődési Minisztérium megbízásából 1978 óta vezette a fizika felvételi feladatokat kidolgozó bizottság munkáját.

Az OPI 1983-ban kérte fel az OKTV Fizika I. Versenybizottságának elnöki tisztére, melyet haláláig vezetett.

Akik személyesen ismertük, nemcsak tiszteltük, hanem szerettük is Öt. Egyénisége biztosságot, derűt, bölcsességet árasztott. Néhány éve súlyos betegségen esett át, aggódtunk érte, majd felgyógyulása után — nagy örömünkre — ismét elvállalta a bizottsági munkát. Sajnos, nem sokáig!

Antal János professzor 1988. január 28-án váratlanul elhunyt.

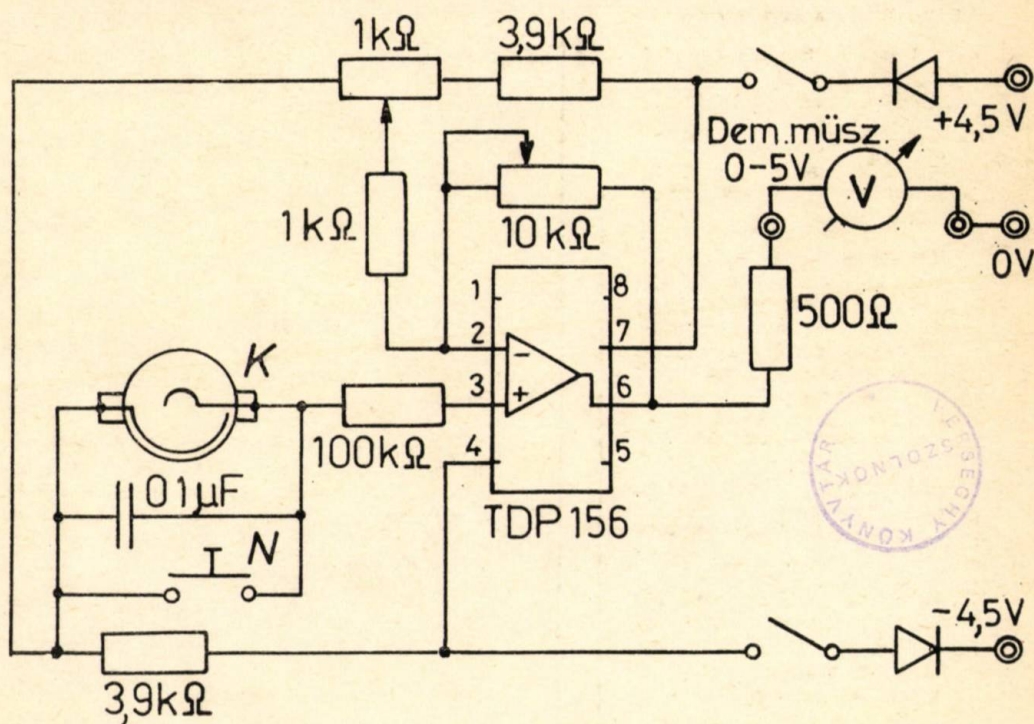
BALOGH LÁSZLÓNÉ DR.

A

3 1988
XXVII. évf.

FIZIKA TANÍTÁSA

A Művelődési Minisztérium módszertani folyóirata



A FIZIKA TANÍTÁSA

A MŰVELŐDÉSI MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

FELELŐS SZERKESZTŐ:
DR. GECSŐ ERVIN

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

GERGELY PÉTER, DR. KEDVES FERENC, KOVÁCS LÓRÁNT, DR. LITZ JÓZSEFNÉ, PÁHÁN ISTVÁN, DR. PAÁL TAMÁS, DR. TASNADI PÉTER, DR. VIDÓ IMRE, VIG ISTVÁN, DR. WIEDEMANN LÁSZLÓ, DR. ZÁTONYI SÁNDOR

Szerkesztőség: Országos Pedagógiai Intézet 1406 Budapest, pf.: 33. Gorkij fasor 17—21. — Telefon: 211-200. — Kiadja: a Tankönyvkiadó 1055 Budapest V., Szalay utca 10—14. — A kiadásért felelős: a Tankönyvkiadó igazgatója. — Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető: bármely postahivatalnál, a hírlapkézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodánál (HELIR), Budapest XIII., Lehel u. 10/a. 1900 közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a HELIR 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: egy évre: 42,— Ft.

Révai Nyomda Egrl Gyáregysége,

Eger. Igazgató: Horváth Józsefné dr.

ISSN 0428—5336

Szerkesztői üzenet:

Kérjük a kartársakat, hogy közlésre szánt cikkeiket gépelve, két példányban küldjék meg a szerkesztőség fenti címére, alakásuk és munkahelyük, valamint személyi számuk pontos feltüntetésével. — A papírlapnak csak egyik oldalára, kettes sortávolsággal írjanak! Egy-egy oldalra 30 sort gépeljenek! A sor hossza 66 betűhely. A cikkek terjedelme legfeljebb 6—8 gépelt oldal lehet. A rajzokat, táblázatokat külön lapon, megfelelő ábraszöveggel (aláírással) ellátva küldjék be!

Kéziratot nem őrzünk meg és nem adunk vissza!

TARTALOM

Cikksorozat az 1986-os győri ankéton elhangzott előadások és műhelyek anyagából (65-70. o.)

Csekő Árpád: Fénybontás, színekép...	65
Légrádi Imre: Fotonok energiájának összehasonlítása. A Planck-állandó meghatározása	68
Dr. Szenczi Lászlóné: A 7—8. osztályos témazáró feladatlapok megoldásának elemzése	71
Hegedűs Mihályné: Egy bemutató óra tapasztalataiból	76
Szabó Árpád: A tizenegy osztályos iskola fizika programja	81
Blészer Jenő: A dialektikus materializmus néhány elemének tükröződése a gimnáziumi IV. osztályos tanulók fizikatudásában	87
Dr. Somogyi Sándor: A Poisson egyenlet levezetése a kinetikai gázelmélet alapján	96

Címképünk:

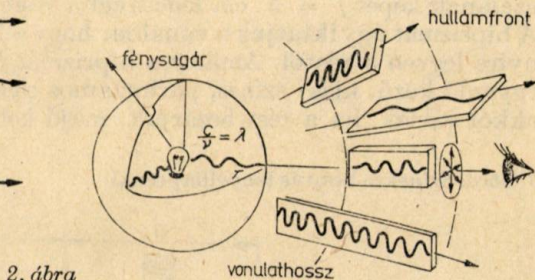
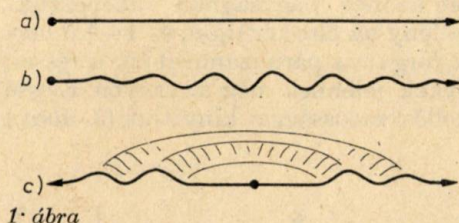
Légrádi Imre: Fotonok energiájának összehasonlítása, a Planck-állandó meghatározása c. cikk 5. ábrája. A teljes kapcsolási rajz. Bal szélen a fotocella, mellette a 0,1 μ F-os kondenzátor, amellel pedig az N nullázógomb látható.

CSEKŐ ÁRPÁD
Budapest

Fénybontás, színekép

A fény az 1 petahertz körüli egy oktávnyi frekvenciasávba eső elektromágneses hullámozás. Fényforrás bocsátja ki. Szemünk közvetlenül vagy közvetve érzékeli. Ezen hozott mondatoknak és az általános iskolában tanult ismereteknek a középiskolában olyan összefüggő tartalmat kell adni, hogy az a tanulók többsége számára maradandó tudássá váljék. Ez be is következik, ha a legalapvetőbb jelenségeket tapasztaltatások során értelmezzük.

Mielőtt a hullámtanban tanultakat a fényjelenségekben próbáljuk felismertetni, fel kell eleveníteni a geometriai fénytánból átveendőket. Nézzük csak milyen érdeklődést keltő lehet csupán a „fény sugar” „fényhullámzasként” való (1a és b) feltüntetése. Az oktatás magával ragadó akkor lesz, ha az oktató elmélyül a párhuzam kiépítésében. — A fonál és a vízfelületi hullámozás (1c ábra) létesítésekor a hullámforrás kisebb, mint a hullámhossz, viszont a leg-



kisebb izzólámpaszál is 5000-szer nagyobb a fényhullámhosszúságnál. A mindenféle állású atomok milliárdjaiból kiinduló kereszt hullámozások összegződve kell, hogy terjedjenek szét (2. ábra). — A mechanikai hullámoztatás során a hullámvonulatok hossza tőlünk függ. Használatos fényforrásaink vonulatai pár centiméteresek. A fény sugarak szerkezetét a 2. ábra szerint képzelhetjük el. Az azonos irányban haladó vonulatok csak eltolódnak, c azonos. Amplitúdóösszegződést — egy bizonyos szakaszon — csak az egymást keresztező vonulatok adhatnak. Annál hosszabb az interferálódt vonulatszszakasz, minél közelebb van egymáshoz a két elemi fényforrás. Amplitúdónövekedés csak frekvencia, polarizációs sík és fázisegyezéskor keletkezik. Persze véletlenszerű harmadik és negyedik kereszttezővonulat ellenkező fázisú, és ronthat. Jelentősen növekedhetik az amplitúdó, és hosszabbodik a vonulat, ha olyan közegben halad, amelyikben azonos tulajdonságú, gerjesztett elemi fényforrások vannak, és sugárzóvá válnak. — A mechanikai hullámozásokban tanultak nem nyújtanak segítséget, miért látjuk különböző fényforrások esetében más színűnek ugyanazt a tárgyat, miért zöldesnek a vízben lebegő fluorescein foszlányokat. A teljes visszaverődéskor a semmi tájékoztatja a fénynyalábot, hogy vissza kell fordulnia, és még épségben is marad.

Mikor nincs hullámvázban egy fonál vagy a vízfelület? Egy ernyőn megvilágított fényfolt elárulja mikből összegződött? Szemünknek az észrevételhez zöld fényből legalább $1/40$ -ed mm hosszú hullámvonulat kell. Ennél jóval nagyobb vonulatok milliárdjai frekvencia-, irány-, tér- és időbeli keverékének összegződése létesíti a változás nélkülinek látszó fényfoltot.

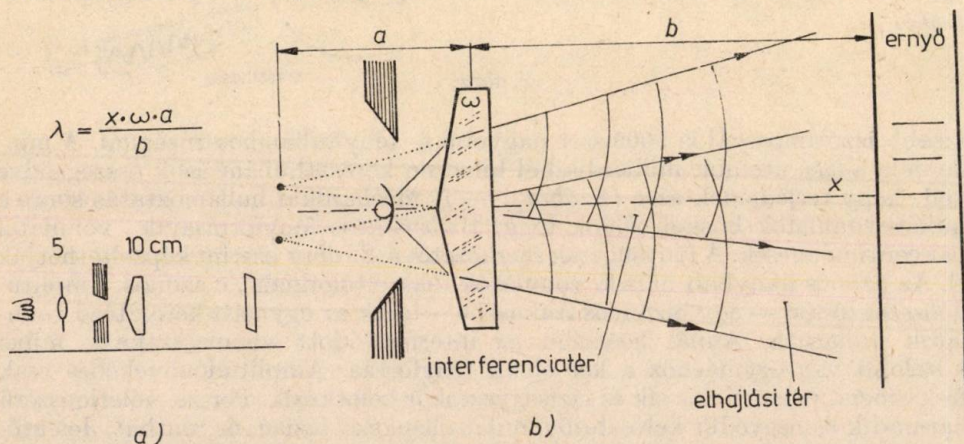
Az oktatónak kell eldöntenie, hogy megmaradjon a fénysugár, a hullámvonal pusztá ábrázolási szintjén, vagy kissé fellebbenti a tanítandókról a fátlyat. Mégpedig azért, hogy a tanítványai célját lássák a fénytán tanulásának.

A legalapvetőbb tapasztaltatások

1. Tiszta vízben nem látszik a fénynyaláb útja. A kádba cseppentett fluoreszcainoldat foszlányait zöldessárga sugárforrássá teszi a ráeső fény. A szemünkben levő szembíborban vegyi energiaváltozás létesíti a fényérzetet, tehát a zöldessárga nyalábban energia érkezett. A fluoreszcain-molekulákat az izzólámpából fény alakjában érkezett energia tette energiasugárzóvá. Az izzólámpa szálát pedig a villamosenergia-műből érkező elektromágneses energia. Vörös színszűrőn áthaladó izzólámpafény nem teszi a fluoreszcainfoszlányokat világítóvá, viszont a kék szűrőn átengedett nyaláb azokat a sajátságos zöldessárga fény kibocsátására gerjeszti. — A fény színekre bontásának (frekvenciákra szétválasztásának) vannak ennél tökéletesebb módjai.

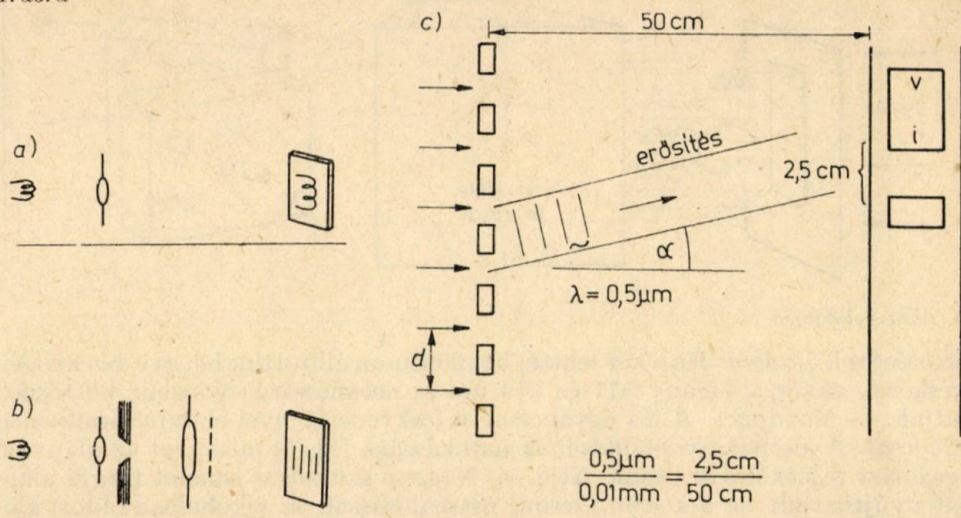
2. Fényinterferencia. A Fresnel-féle biprizmával a fényinterferencia-jelenséget számíthatóan tapasztaltathatjuk. A 6V25W-os kis izzólámpa függőleges szálának képét $f = 5$ cm lencsével a résre azonos nagyságban ráképezzük. A biprizmát úgyiktatjuk a vonalba, hogy a fény az élre kerüljön, és $1-1,5$ cm-nyire legyen a réstől. Amikor a biprizmát forgatva párhuzamosítjuk a réssel, egyenlő közül, kissé színes, párhuzamos csíkok jelennek meg az ernyőn. Élessé akkor válnak, ha a rést bezárjuk, majd kellő óvatossággal kinyitjuk (3. ábra.)

3. ábra. Színekre bontás fényelhajlással



Az optikai vonaltól mind nagyobb α szöggel eltérő irányba haladó hullámvonulatok $\lambda/2$ útkülönbség esetében kioltást, majd a $4/c$ ábrán látható útkülönbség esetén az első erősítést hozzák létre (λ). Az ernyőn középről ibolyával kezdődően ($\lambda_i < \lambda_v$) rácsszínkép jelenik meg. Az 5 cm-es kondenzorlencsével a 4/a ábra szerint az izzószál éles képét állítjuk elő az ernyőn. Azután az állít-

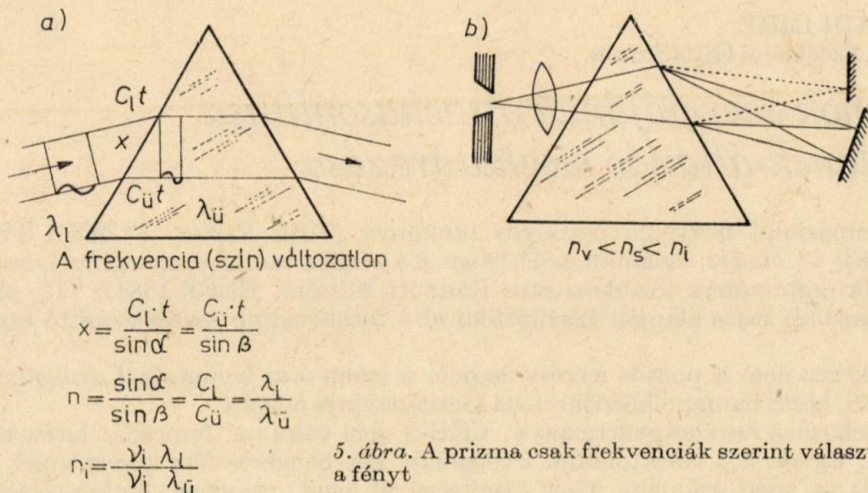
4. ábra



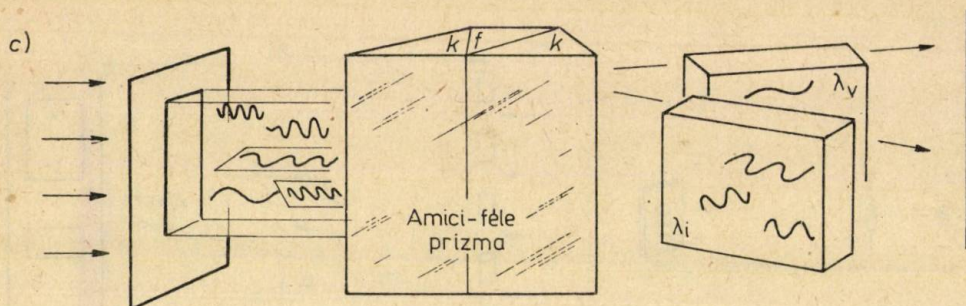
ható rést tesszük e lencse után (4/b ábra), és a 10-cm-es lencsével a rést képez-zük rá az ernyőre! Közvetlenül a 10 cm-es lencse után állítjuk vonalba az op-tikai rácst.

4. Fénybontás prizmával

A jelenlegi iskolai felszereltséggel legtöbb tanár számára a fénybontási je-lenségek bemutatásához a fénytörőhasáb a megfelelő. A prizmán bekövetkező fénytörést és a résnek a színek szerinti törésmutatók alapján bekövetkező leképezését értetik meg az 5/a és 5/b ábrák. A középiskolai fénytani készletben levő Amici-prizmával a színek-előállítás ugyanolyan módon történik, mint a ráccsal a 4/a és 4/b ábrák szerint. Az atomszerkezet legfontosabb tapasztalati anyagát nyújthatjuk vele a higanygőzlámpa színes vonalas színeképek meg-



5. ábra. A prizma csak frekvenciák szerint választja szét a fényt



5. ábra folytatása

értetésével, 5/c ábra. Ha a két lencsét központosan állítottuk be, és a rés kellően keskeny, akkor a higany 577 és 579 nm-es narancssárga vonalait kettősnek látjuk. — Mondjuk: A Na ugyanazon a frekvencián nyel el, mint amilyen kibocsát. A kísérlet összeállításának munkássága [1] [2] miatt ezt az alapvető igazolást sajnos kevés tanuló látja. — Nagyon szükséges ismeret tárgyi alapját nyújthatjuk az 5/a ábra szerinti összeállítással, az alkoholban oldott klorofill elnyelési szinképének bemutatásával.

IRODALOM

- [1] Tanszerismertető. A fizikai optika legfontosabb szemléltetéseihez és az optikai pad alapkészletén felül szükséges eszközkiegészítések, valamint a kísérletek leírása. Bp., TANÉRT, 1980., 44. o. (Kézirat)
- [2] A prizmával való színbontás atomfizikai vonatkozásai. Vásárhelyi tanulmányok, 1974., 104—106. o.

LÉGRÁDI IMRE

Sopron, Széchenyi Gimnázium

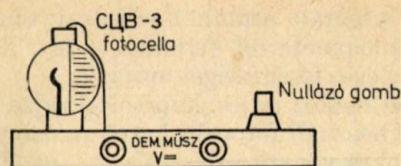
Fotonok energiájának összehasonlítása A Planck-állandó meghatározása

A gimnáziumi negyedik osztályos tankönyv (Tóth Eszter: FIZIKA IV. Bp., 1984) 52. ábrája, valamint az Útbaigazító a fizika tanításához a gimnázium negyedik osztályában (Szerkesztette Radnóti Katalin. ELFT 1984). 113. oldali kapcsolási rajza alapján készítettem el a fotonenergia összehasonlító eszközt.

A kis eszköz nem a pontos mérést, hanem a gyors órai bemutatást szolgálja. Egyszerű, bárki hamar elkészítheti, ha kicsit elszánja magát.

Az eszközben szovjet gyártmányú, CLJB-3 jelű vákuum fotocellát használtam fel. Ez kb. 2,5 cm átmérőjű üveggömb, két hengeres fém kivezetéssel a katód és az anód számára. Ezek segítségével lehet rögzíteni foglalatában.

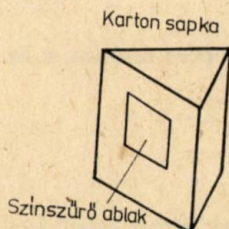
A fotocellát egy $12 \times 17 \times 4$ cm méretű műanyag doboz tetejére erősítettem (ragasztottam) az 1. ábra szerint. A kapcsolás többi alkatrészét a dobozban helyeztem el. A doboz tetején van az 1 kilohmos nullapontot beállító potenciométer forgatógombja, a kettős főkapcsoló és a nullázó nyomógomb. Az utóbbival a kondenzátort sütjük ki új mérés előtt. A nullapontot beállító potenciométer pedig arra kell, hogy — szintén a mérés előtt — a demonstrációs voltmérő mutatóját nullára tudjuk állítani, miközben a kondenzátor kisütőgombját benyomva tartjuk. A műszer végkitérését beállító potenciométer, amely nem más, mint az integrált áramkör erősítési tényezőjét szabályozó ellenállás, értéke 10 kilohm, kisméretű trimmer potméter formájában a doboz belsejében van.



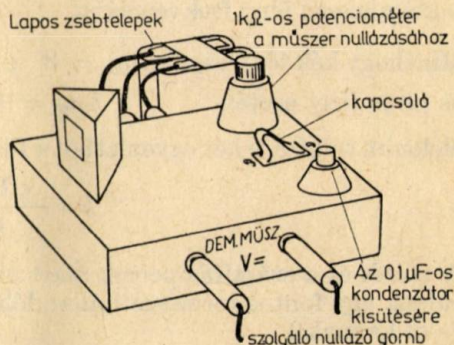
1. ábra. A vákuum fotocella a doboz tetejére erősítve

A doboz tetején kiemelkedő fotocellát színszűrőn keresztül kell megvilágítani. Három színszűrőt használok. Ezek jó minőségű üveg színszűrők. Piros, zöld, illetve kék színűek. A színszűrőket kartonpapírból ragasztott, kívül-belül feketére festett háromszög alapú hasáb egyik oldalfalába vágott ablakra ragasztottam (2. ábra). A hasábbal sapkaszerűen le lehet fedni a fotocellát, s így arra a szűrt, „monokromatikus” fény esik (3. ábra).

2. ábra

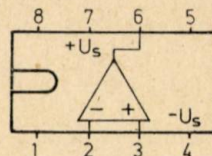


3. ábra. A fotonenergia-összehasonlító bekapcsolott állapotban



Az üveg színszűrőn átjutott fény persze egyáltalán nem monokromatikus, hanem a természetes színek egy részét tartalmazza. Erről egy kis kézi spektroszkóppal győződünk meg. A fotocella katódja és anódja közé kapcsolt 0,1 mikrofaraad kapacitású kondenzátor maximális feszültségét a spektroszkópban láthatott legrövidebb hullámhosszú fény fotonjai határozzák meg.

A kondenzátor feszültségét nagy bemeneti ellenállású voltmérővel kell mérni, hogy a valóságos értéket mutassa a műszer. Erre a demonstrációs voltmérő 0—5 voltos bemenete semmi esetre sem volna jó. Ezért egy FET bemenetű integrált áramkört kapcsolunk a voltmérő és a kondenzátor közé. Az eszközben ez a TDB 156 jelű IC (4. ábra). Ennek bemeneti ellenállása 10^{12} ohm, így a kondenzátor 2 volt körüli feszültsége mellett a kisütő áram erőssége mindössze $2 \cdot 10^{-12}$ A, vagyis kb. egy napig tartana míg a kondenzátor elveszti töltését ($RC = 10^8$ s).



4. ábra A TDG 156 jelű integrált áramkör lábainak beosztása

Az integrált áramkör erősítési tényezőjét 1-nek állítjuk be a 10 kiloohmos potenciométerrel (trimmer), így a demonstrációs voltmérő a kondenzátor tényleges feszültségét mutatja.

Az eszköz teljes kapcsolási rajza az 5. ábrán látható. (*L. a borítót!*)

A használt fotocella katódja cézium-oxid. Ennek kilépési munkája a fotoelektronokra vonatkozólag kb. $2 \cdot 10^{-19}$ J, ezért az egész látható színeképekben használható.

A demonstráció során a tanulók tehát jól érzékelhetik, hogy különböző színű szűrőknek a fotocellára helyezésével más és más feszültségre töltődik fel a kondenzátor. A használatos piros szűrővel pl. körülbelül 1 voltra, a zöld szűrővel kb. 1,3 voltra és a kék szűrővel kb. 2 voltra.

Az is jól szemlélhető a demonstrációs műszer mutatójának mozgásán, hogy a megvilágítás erősségétől miként függ a kondenzátor feltöltődésének ideje. Erős fényben gyorsan, gyenge fényben lassan mozog a mutató a véghelyzete felé, amely azonban mindkét esetben ugyanaz.

A három színszűrőt felhasználva felvehetjük a tankönyv 54. ábrájának megfelelő egyenest is cézium-oxid-katódra vonatkozólag. Igaz, hogy csak három pontot tudunk felvenni, de az egyenes állását, a kilépési munkával összefüggő tengelymetszetet ebből is láthatjuk.

Az eszköz lehetővé teszi a Planck-féle hatáskvantum gyors meghatározását is, hiszen elég csak a piros és a kék szűrővel kapott feszültséget leolvasni, majd pedig a kézi spektroszkóppal megállapítani a színszűrőn átjutott legrövidebb hullámhosszú fény frekvenciáját.

Mint ahogy kék fény esetén $h\mu_k = W + eU_k$,

és piros fény esetén $h\mu_p = W + eU_p$, ahol W a kilépési munka, e az elektron töltése, e két egyenletből a Planck-állandó kifejezhető:

$$h = \frac{e(U_k - U_p)}{\mu_k - \mu_p}.$$

A mérés és a számítás percek alatt elvégezhető, és a gyerekek ismét közel kerülnek egy fontos természeti állandóhoz. (Felületes leolvasással is $57 \cdot 10^{-34}$ Js-ot kapnak.)

A műhelyben az odalátogató kollégák a fentieket ismerhették meg és végezhették el.

Remélem, arra is bátorítást kaptak, hogy maguk is elkészítsék az eszközt, mert, amint láthatták, szerény képességgel is összeállítható.

A 7—8. osztályos témazáró feladatlapok megoldásának elemzése

A Fizika Tanításában tájékoztatást adtunk arról, hogy összegyűjtöttük az átdolgozott általános iskolai témazáró feladatlapok megoldásának az eredményeit a Tolna megyei iskolákból; az adatokat összesítettük és értékeltük. Az előző számban a 6. osztályos eredményeket ismertettük, most a 7. és a 8. osztályos tanulók teljesítményeit szeretnénk ismertetni.

7. osztály

I. témakör: Az elektromos áram I.

Csoport Létszám	A 1204 %	B 1038 %	C 142 %
1. feladat	72,44	74,96	86,88
2. feladat	61,86	59,44	70,28
3. feladat	40,49	39,99	34,32
4. feladat	53,66	52,52	67,37
5. feladat	59,30	68,77	73,15
6. feladat	76,05	77,03	52,36
7. feladat	67,28	61,69	77,93
8. feladat	80,23	56,37	66,88
9. feladat	40,68	47,48	47,60
10. feladat	45,16	55,63	64,04
11. feladat	36,73	58,62	—
Összesen	59,40	58,62	63,99

Kiemelkedő teljesítményt értek el a tanulók:

- a fogyasztók soros és párhuzamos kapcsolásának felismerésében, az áramerősségek összehasonlításában;
- áramkörüi rajzon a műszerek felismerésében;
- a proton fogalmának ismeretében;
- mérőműszerek kapcsolási rajzon való elhelyezésében. Mindezt tükrözik az alábbi feladatok teljesítményszázalékai:
A) 6., 8., B) 1., 2., 5., 7., C) 2., 5., 4., 8
- Gyengék az eredmények az A) 3., 11., B) 3., 11., C) 3., 6., 9, 10. feladatokban. Ezek tapasztalataiból adódó feladatok:
- Nagyobb gondot kell fordítani a pozitív, illetve negatív töltésű elektroszkóp földelésekor bekövetkezett jelenség elemzésére, továbbá a megosztás jelenségének kísérleti megalapozására;
- a feszültség fogalmára, annak önálló elmondására;
- mérőműszerek használatára;
- soros kapcsolás esetén az áramerősség, átáramlott töltés és feszültség megállapítására;
- az elektromos mező, a feszültség és a töltés közötti összefüggésre.

I. témakör: Az elektromos áram II.

Csoport	A	B	C
Létszám	1178	1104	203
	%	%	%
1. feladat	49,89	47,86	46,88
2. feladat	79,10	77,58	54,14
3. feladat	74,63	75,41	72,53
4. feladat	62,20	71,15	68,47
5. feladat	39,31	61,75	48,20
6. feladat	60,64	42,14	77,36
7. feladat	31,51	50,11	69,49
8.a. 7.d. 7.a.	61,18	51,74	57,57
8.b. 7.c. 7.b.	48,88	39,56	47,32
8.c. 7.d. 8.b.	42,93	55,99	45,07
7.e. 8.c.	—	29,49	34,06
Összesen	57,49	56,57	58,20

Bár az átlageredmények nem rosszak, kimagasló teljesítményt csupán három feladatnál tapasztaltunk: $A/2.$, $B/2.$, $C/6.$

Nehéznek bizonyult ez a téma. Sok feladatban 50 % alatti a teljesítményszázalék. Ezek: $A/5.$, $7.$, $8.b.$, $c.$, $B/1.$, $6.$, $7.a.b.$, $c.$, $d.$, $e.$, $C/1.$, $5.$, $8.a.$, $b.$, $c.$ Fokozottabb gondot kell fordítani a témában előforduló fogalmak kimunkálására, az összefüggések meglátásának kísérlettel történő elősegítésére, a kísérlet ismételt elvégzésével annak megerősítésére. Az összefüggések meglátásának matematikai megerősítése is nagyon fontos feladat.

II. témakör: Egyensúly a folyadékokban és gázokban

Csoport	A	B	C
Létszám	1027	1110	180
	%	%	%
1. feladat	71,08	56,32	86,03
2. feladat	66,73	75,09	87,57
3. feladat	67,97	75,10	83,20
4. feladat	68,45	84,88	54,50
5. feladat	77,75	58,17	70,40
6. feladat	45,75	40,32	47,47
7. feladat	76,50	42,74	91,63
8. feladat	72,27	74,06	37,60
9. feladat	39,30	33,22	77,57
10. feladat	60,25	44,19	82,10
11. feladat	43,42	54,72	32,07
12. feladat	61,42	48,15	g —
Összesen:	60,87	56,75	71,57

Ebben a témában többségben a C csoportban találunk kimagasló eredményeket. Itt említem meg, hogy a C feladatlapot kevés kolléga használja fel témazárásra. A felhasználók általában a legjobb tanulókkal íratják ezt a változatot. Így természetes is a magasabb teljesítményszint. Kimagaslóak a teljesítmények az $A/5.$, $7.$, $B/2.$, $3.$, $4.$, $C/1.$, $2.$, $3.$, $7.$, $9.$, $10.$ feladatokban.

Gyengék az eredmények az $A/6.$, $9.$, $B/6.$, $7.$, $9.$, $10.$, $C/6.$, $8.$, $11.$ feladatokban.

A gyenge eredményekből adódó feladatok:

- Célszerű meggyőződnie a nevelőnek arról, hogy a kétfolyadékos közlekedő-edényben a tartós nyugalom feltételét értik-e a tanulók, s ha értik, akkor megtanulják-e? Ezek birtokában lehet a fejlesztés irányát meghatározni és a tevékenységet megszervezni.
- Az A/9. feladat gyenge eredményének okát abban látjuk, hogy a tömeg kiszámítása kiegészítő anyag, továbbá itt is jelentkezik az a hatodikban már említett probléma, hogy a tömeg ismeretében a súlyt kell meghatározni. A feladatban a felhajtóerő kiszámításához a kiszorított petróleum tömegét kellett kiszámítani a sűrűség és a bemerülő test térfogatából. Jó, hogy a korrekció során a tömeg kiszámítása törzsanyagba került. Ha erre a nevelők kellő figyelmet fordítanak már hatodik osztálytól kezdve, akkor jobb eredményben reménykedhetünk. Természetesen hozzá kell kapcsolódnia ehhez a tömeg-súly-felhajtóerő kapcsolat megfelelő látásának.
- A B/7. feladatban a higany szintjét kellett berajzolni a közlekedőedény két hajszálcsővébe. Az alacsony szint arra enged következtetni, mintha nem látták volna ezt a tanulók. Szeretik ugyanis a higannyal végzett kísérleteket a tanulók, és általában meg is jegyzik viselkedését.

Feladat:

- El kell végezni a kísérletet!
- Jobban meg kell figyelteni a jelenséget!
- Meg is kell fogalmaztatni a tapasztalatot a tanulókkal, és ami sajnos sokszor elmarad, a gyengékkel el is kell ismételteni, s az ismeretszerzés folyamatában is lerajzoltatni!
- Mélyíteni szükséges a felhajtóerő fogalmát, s több gyakorlást a vele kapcsolatos feladatmegoldásban!

III. témakör: Egyszerű gépek és hőerőgépek

Csoport Létszám	A 789 %	B 794 %	C 94 %
1. feladat	50,76	39,74	41,34
2. feladat	60,90	37,47	77,22
3. feladat	89,14	83,82	51,76
4. feladat	68,37	66,14	55,87
5. feladat	69,72	70,32	82,90
6. feladat	75,94	75,05	56,10
7. feladat	68,05	53,20	62,03
8. feladat	69,10	63,96	78,44
9. feladat	45,00	61,88	70,30
10. feladat	55,93	50,06	76,10
11. feladat	55,20	50,72	68,92
12. feladat	45,00	36,50	79,05
Összesen	62,75	57,40	66,66

Kimagasló az emelőfajták ismerete. Rajz vagy adott eszköz (harapófogó, burgonyatoró) alapján felismerik, hogy milyen emelőről van szó. Ezt tükrözik a szép teljesítményszázalékok: A/3. 89 %, B/3. 84 %, C/5. 83 %.

Gyenge eredményt tükröznek az alábbi teljesítményszázalékok: B/1. 40 %, C/1. 41 %, B/2. 37 %, A/12. 45 %, B/12. 37 %.

Ezekből adódó feladatok:

- Hangsúlyosabban kell kezelni, hogy mi a feltétele az erő forgató hatásának.
- Több alkalmat kell teremteni egyoldalú emelő esetén az erőkarok megfigyelésére és megrajzoltatására, s ezzel egy időben az erőkar fogalmának tudatosítására. Építeni a matematikában tanult pont és egyenes távolságának ismeretére.
- Nagyon fontos a mértékegységek átalakításának változatos folyamatos gyakorlása fizikaórákon is. A 12. feladatnál ugyanis a mértékátalakítás okozta a fő problémát.

8. osztály

I. témakör: *A testek mozgása*

Csoport Létszám	A 1087	B 975	C 113
1. feladat	54,96 %	61,06 %	77,63 %
2. feladat	61,16	64,80	76,54
3. feladat	41,47	54,56	71,24
4. feladat	58,26	54,18	61,27
5. feladat	60,61	60,63	70,65
6. feladat	44,71	43,47	65,85
7. feladat	59,79	54,93	63,34
8. feladat	64,81	51,28	79,84
9. feladat	77,01	58,54	80,01
10. feladat	70,98	51,20	63,53
Összesen	58,53	55,61	70,56

Kevés feladatban kiemelkedő a teljesítmény: az *A* csoportban a 9., a *B* csoportban nincs, a *C* csoportban az 1., 2., 8., 9. feladatban. Öröndetes viszont, hogy kevés a problémás feladat is: *A*/3., 6., *B*/6.

- Gondot okozott, hogy a sebesség km/órában, az idő pedig percekben volt adott, s ebből kellett a megtett utat kiszámítani. Matematikai felméréseinknél is jelentkezett az időmértékek átalakításánál hasonló probléma. Ismét a mértékátalakítás gyakoroltatása, magasabb szintre emelése jelentkezik feladatként.
- Másik probléma a tömeg és sebesség, tömeg és lendület, lendületváltozással kapcsolatos feladat megoldásában volt. Ezek mélyítése további feladat!

II. témakör: *Az elektromos áram hatásai, az indukció*

Csoport Létszám	A 1130	B 1059	C 126
1. feladat	35,58 %	42,64 %	58,77 %
2. feladat	70,01	68,59	75,52
3. feladat	50,10	50,01	58,26
4. feladat	55,65	72,29	71,53
5. feladat	46,25	64,74	72,62
6. feladat	38,81	33,66	48,21
7. feladat	57,95	49,33	53,39
8. feladat	48,50	47,51	40,44
9. feladat	65,71	61,53	76,39
10. feladat	54,80	41,45	59,06
11. feladat	58,18	67,61	72,28
12. feladat	46,41	39,08	58,31
Összesen	54,26	54,36	63,15

Kiemelkedő eredmény a *C* csoportban csupán két feladatnál: *C*/2., 9.

Gyengék az eredmények az *A*/1., 6., 8., *B*/1., 6., 10., 12., *C*/8. feladatnál.

A gyenge eredmények az alábbiakra hívják fel a figyelmet:

- Nagyobb hangsúllyal kell elemezni a fűtőszál és vezeték különböző ellenállásának okát.
- Gondot okozott a lágyvasas műszer és távkapcsoló működésének magyarázata. Fontosnak tartjuk ezzel kapcsolatban, hogy a tankönyv rajzának elemzése mellett a nevelő is készítsen táblai rajzot, esetleg szemléltető ábrát, és a tanulóktól is igényeljük az összefüggő felelet szerves részeként a magyarázó rajzot. Hatékonyak bizonyult néhány kolléga munkájában a szorgalmi feladatként feladott nagyméretű rajz elkészíttetése és annak elemztetése.
- Az indukált áram erősségének növelését, ha kísérletekre alapozottan mutatjuk be, akkor eredményesebb lesz. Ugyanez érvényes az indukált feszültségre is.
- Több gyakorlást igényel a transzformátorral kapcsolatos feladatok megoldása.

III. témakör: Fényjelenségek

Csoport Létszám	A 766	B 752	C 183
1. feladat	78,12 %	69,02 %	88,00 %
2. feladat	71,72	56,87	70,24
3. feladat	61,90	44,72	62,11
4. feladat	69,00	70,46	90,03
5. feladat	68,34	67,91	90,90
6. feladat	66,03	57,04	78,87
7. feladat	67,10	66,00	75,70
8. feladat	48,80	73,02	45,10
9. feladat	44,01	52,14	71,05
10. feladat	61,24	63,88	64,92
11. feladat	64,92	71,10	64,30
12. feladat	58,88	65,22	54,83
13. feladat	53,14	69,72	47,40
Összesen	62,55	63,62	69,49

Kiemelkedő teljesítményt nyújtott a *C* csoport az 1., 4., és 5. feladatban. Öröndötes, hogy sok feladatban érték el jó eredményt. Ezek: *A*/1. 78 %, *A*/2. 72 %, *C*/2. 70 %, *A*/4. 70 %, *C*/6. 79 %, *B*/8. 73 %, *C*/9. 71 %, *B*/11. 71 %, *B*/13. 70 %.

Szépek az összteljesítmények is: *A* csoport 62 %, *B* csoport 64 %, *C* csoport 69 %.

Problémát okozott:

- A fény visszaverődése síktükörről (*B*/3. 45 %).
- A kép tulajdonságainak felsorolása, ha a tárgy a gyűjtőlencse gyújtópontjában van (*C*/8. 45 %).
- Mit tapasztalunk, ha a gyűjtőlencsére a gyújtópontból kiinduló széttartó fénysugarak érkeznek (*A*/9. 44 %).
- Vetítógép, fényképezőgép, egyszerű nagyítóval kapcsolatos kérdések (kép helye, minősége...) (*C*/13. 47 %)

Ezen problémák felszámolásának módjaként a kísérletezést tartjuk leglényegesebbnek!

Azzal a bizalommal adtuk közre az összegyűjtött teljesítményszázalékokat és a témazárók eredményeinek elemzését, hogy a megyei átlaghoz való viszonyítás után sikerül kollégáinknak az elért eredményeiket megszilárdítani, sikerül megtalálniuk azokat a módszereket, eljárásokat, amelyek segítségével a tanulók hiányosságai pótlódnak, megismerésbeli problémáik megoldódnak.

Köszönetemet fejezem ki azoknak a kollégáknak, akik témazáró dolgozataik eredményeit átadták szaktanácsadóiknak.

Köszönöm Ódor Anna, Riba Gyuláné és Marton Aladárné szaktanácsadó kollégáim gyűjtő, összesítő munkáját!

IRODALOM

- [1] *Bonifert Domonkosné — Dr. Halász Tibor — Miskolczi Józsefné: Témazáró feladatlapok. Fizika. 6. osztály., Tankönyvkiadó, Bp., 1983*
- [2] *Bonifert Domonkosné — Dr. Halász Tibor — Miskolczi Józsefné: Témazáró feladatlapok. Fizika. 7. osztály., Tankönyvkiadó, Bp., 1984*
- [3] *Bonifert Domonkosné — Miskolczi Józsefné — Molnár Györgyné: Témazáró feladatlapok. Fizika. 8. osztály., Tankönyvkiadó, Bp., 1985*
- [4] *Dr. Zátonyi Sándor: Eredményvizsgálat a 6. osztályban. A Fizika Tanítása c. folyóiratban, 1979/4. sz.*
- [5] *Dr. Zátonyi Sándor: Eredményvizsgálat a 7. osztályban. A Fizika Tanítása c. folyóiratban, 1980/6. sz.*
- [6] *Dr. Zátonyi Sándor: Eredményvizsgálat a 8. osztályban. A Fizika Tanítása c. folyóiratban, 1982/1. sz.*

HEGEDŰS MIHÁLYNÉ

tanár,

Pécs, Jókai utcai általános iskola

Egy bemutató óra tapasztalataiból

A városi továbbképzés keretében bemutató órát tartottam az *Emelők a gyakorlatban* című anyagrészből. Az alábbiakban e feladatmegoldó, gyakorló órát szeretném ismertetni a tapasztalatcsere szándékával.

Az órát mind tartalmában, mind módszereiben úgy szerveztem, hogy az osztály egészéről, de külön-külön az egyes *tanulók tudásszintjéről is tájékozódhassak*, és tudásukról a tanulók is *értékelést* kapjanak. A folyamatos, önálló munka fő részét a differenciáltan szerkesztett feladatlap jelentette, de a sokszínűség érdekében más módszereket (táblai munka, applikáció, írásvetítő, lyukkártya, számológép stb) is alkalmaztam.

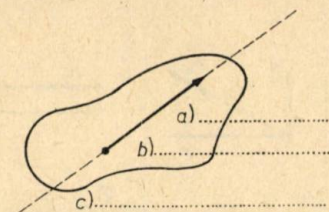
Az óra *szerkezetileg* három részre tagolódott. A következőkben ennek megfelelően ismertetem az óra felépítését, lefolyását és az alkalmazott taneszközöket, módszereket.

I. A feladatmegoldást előkészítő fogalmak, összefüggések ismételése

Bevezetésként a tanulók önállóan oldották meg az általam összeállított feladatlapról az első három feladatot.

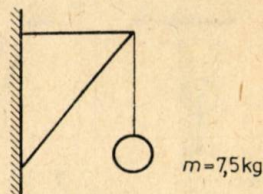
1. Írd a megfelelő elnevezést a rajzon jelölt helyekre!

1. ábra



2. Rajzold be a testre ható gravitációs erőt! (1 cm 50 N erőnek feleljen meg!)

2. ábra



3. Számítsd ki a táblázat hiányzó adatait!

ANYAG	m	V	G	ρ
Vas			1560 N	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Higany	27,2 kg	2 dm ³		

Az 1., 2. feladat korrekcióját és pontozását írásvetítő segítségével, lapozható fóliával oldottuk meg. Közben frontális foglalkoztatás keretében tisztáztuk a fogalmakat (erő, támadáspont, hatásvonal, összefüggés a tömeg és a súly között stb.).

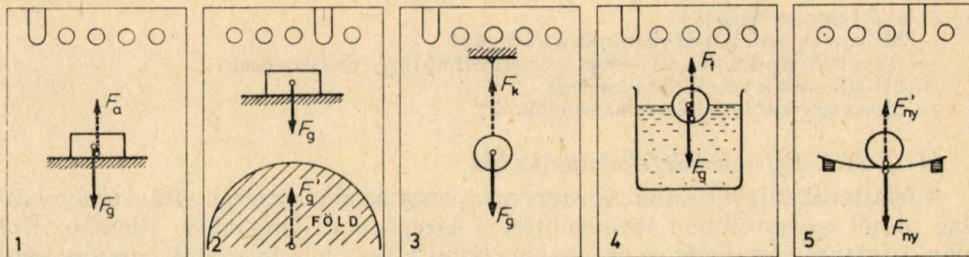
A 3. feladat hiányzó adatait 1—1 tanuló írta be színes krétával a táblán levő táblázatba. Közben ismét megbeszéltük a felhasznált ismereteket (a sűrűség fogalma és mértékegységei, összefüggés m , V , ρ között azonos anyag esetében, szükséges mértékváltás stb.).

Az előkészítő szakasz második részében lyukkártyával dolgoztunk. Ez nagyon praktikus segédeszköz. Néhány előnye:

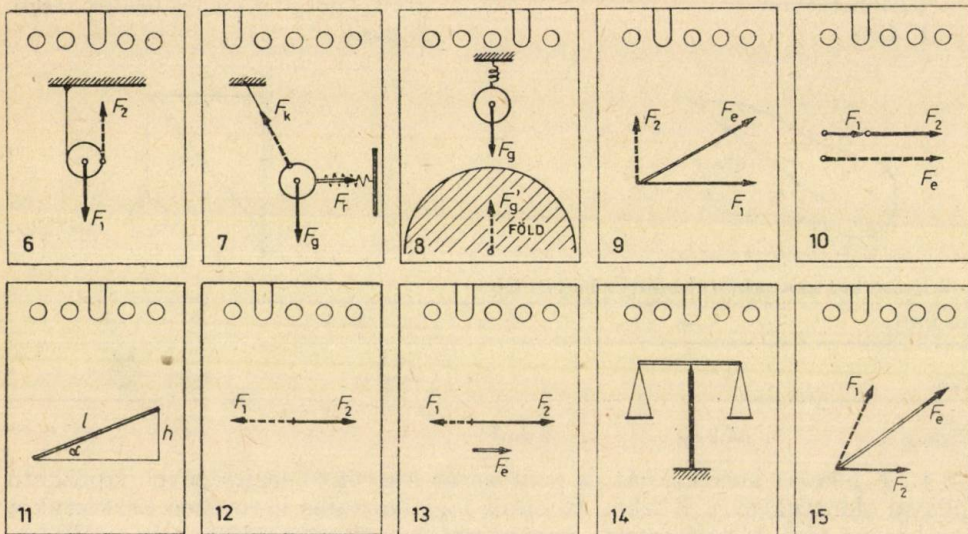
- a legtöbb gyerek a vizuális élményekre gyorsabban reagál, mint a verbális ingerekre;
- a gyengébb képességű tanulókat is jól aktivizálja, sikerélményt nyújt;
- megmozgatja a fantáziájukat, gondolkodásra készítet, szinte versengenek, hogy felfedezhessenek valami „új összefüggést”, és azt közölhessék;
- bizonyos manipulációt is jelent, nem csupán passzív figyelmet igényel;
- alkalmazásával rendkívül gyorsá tehető a szükséges tananyag ismételése.

A 3. ábrán bemutatott lyukkártya az egyik legegyszerűbb változat, ennek ellenére több órán át (már a 6. és még a 8. évfolyamon is) felhasználható. Teljesebbé, szinte állandó munkaeszközünké bővíthetjük, ha a lyukak számát tekintve növeljük a kombinációs lehetőséget (pl. kettős lyuksor alkalmazásával). Ilyen módon egy-egy sorozat sokkal több kártyát is tartalmazhat (pl. mérőeszközöket, elektromos kapcsolásokat, energiaváltozásokkal kapcsolatos ábrákat).

3. ábra



3. ábra (folytatása)



E tanórán a következőképpen alkalmaztam: a tanulók létszámának megfelelő számú borítékot készítettem. Minden borítékba egy teljes kártyasorozatot és 1 db fapálcikát (egyszerű számolópálcika) tettem. Az így elkészített borítékokat a feladatlapokkal együtt megkapták a gyerekek. Felhasználáskor a tanulók a kártyákat a borítékból kivéve, az asztalhoz „ütögetve” fedésbe hozták a lyukakat, majd az utasításnak megfelelő sorszámú lyukba szúrták a pálcikát, és kb. a közepéig ráfűzve „kirázták” a lapokat.

Az előttük levő lapokra vonatkozóan igyekeztek olyan összefüggéseket, állításokat keresni, melyek alapján azonos halmazba sorolhatták azokat. Az elsődleges megállapítások után irányított kérdésekkel feldolgoztuk a kártyákhoz kapcsolható ismereteket.

Néhány kérdés az egyes lyukak esetében kihulló kártyákkal kapcsolatban:

a) 4. lyuk (egy kölcsönhatásban fellépő erők):

- Milyen erőket ábrázolnak az ábrák?
- Miből állapítottad meg? (Irány, nagyság, támadáspont, hatásvonal.)
- Kiegyenlíthetik-e ezek az erők egymás hatását?

b) 2. lyuk (erők összetétele):

- Mit állíthatunk a közös hatásvonalú, egyirányú, de különböző nagyságú erők együttes hatásáról?
- Az ellentétes irányú, különböző nagyságú erők együttes hatásáról?
- Az ellentétes irányú, egyenlő nagyságú erők együttes hatásáról?
- Milyen hatásairól tanultunk az erőnek?

c) 3. lyuk (egyszerű gépek):

- Milyen típusúakat ábrázolnak a kártyák?
- Az emelő típusúak hány csoportba sorolhatók, és melyek ezek?
- Mi jellemző a kétoldalú emelőre?
- Mi az egyensúly feltétele az emelőknél?

II. Önálló, differenciált feladatmegoldás

A feladatokat igyekeztem úgy tervezni, hogy az ellenőrzés, javítás, technikai-
lag minél egyszerűbben lebonyolítható legyen a differenciálás ellenére. Ezt úgy oldottam meg, hogy az azonos sorszámú 1. és 2. jelű feladatok tulajdonkép-

pen azonosak. A minőségi és mennyiségi különbséget az jelenti, hogy a 2. jelű feladatoknál a felhasználáshoz szükséges adatokat nem „készen” kapták, hanem előbb ki kellett számítani. Ha ez helyesen történt, akkor a feladat második része már azonos volt az 1. jelű feladattal.

A tanulók maguk döntöttek arról, hogy az azonos sorszámú feladatok közül az 1. vagy 2. jelű feladatot oldják-e meg.

A feladatok a következők voltak:

4.1. Az emelőn levő test súlya 312 N. Számítsd ki az egyensúlyozó erőt, és rajzold be az ábrába, ha tudjuk, hogy az a gerenda végére merőlegesen hat!

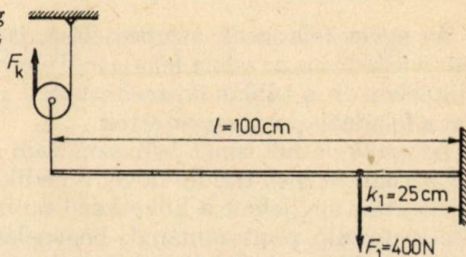
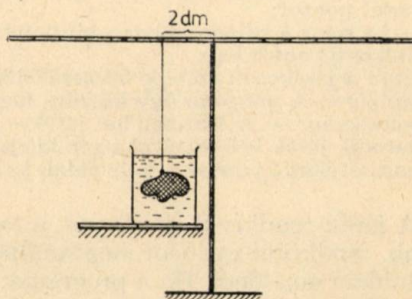
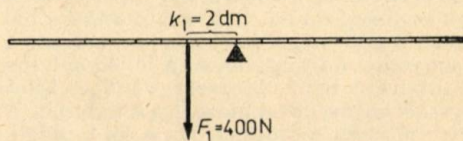
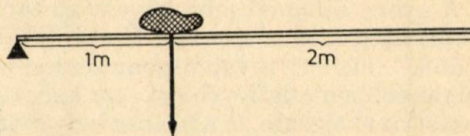
4.2. Az emelőn levő test vasból készült. A térfogata $0,004 \text{ m}^3$. Számítsd ki a tehererőt, majd számítsd ki az egyensúlyozó erőt is, ha az a gerenda végére merőlegesen hat. (Az egyensúlyozó erőt rajzold be az ábrába!) $\rho_{\text{vas}} = 7800 \text{ kg/m}^3$

5.1. Létesíts egyensúlyt a kétoldalú emelőn 100 N nagyságú erővel!

5.2. Számítsd ki, mekkora erővel terheli az emelőt az a gránittömb, melynek térfogata $0,02 \text{ m}^3$ és vízbe merül. (A gránit sűrűsége 3000 kg/m^3 , a vízé 1000 kg/m^3 . Létesíts egyensúlyt az emelőn, ha tudjuk, hogy a forgástengely másik oldalán 100 N nagyságú erő hat!

6.1. A hengerkerék hengerének átmérője 5 dm. A kerék átmérője 15 dm. Mekkora teher tartható egyensúlyban a kerék érintőjének irányában ható 20 N nagyságú erővel? (Készíts vázlatrajzot!).

6.2. Az ábra adatai alapján határozd meg az F_k kötélérő nagyságát, mellyel a csigát tartanunk kell, hogy a rendszer egyensúlyban legyen!



A 4.1., 4.2. és az 5.1., 5.2. feladatok ellenőrzése mágnes tábla segítségével történt. Mind az egyoldalú (4. feladat), mind a kétoldalú emelőt (5. feladat) még óra előtt feltettem a mágneses táblára (kartonból kivágott emelőrúd és arányosan megválasztott vektorok segítségével). Az ellenőrzés során a megoldást közlő tanuló csak kiválasztotta a rendelkezésre álló vektorok közül a hiányzót, és az irány, nagyság és támadáspont figyelembevételével elhelyezte a hiányos ábrára. Rendkívül gyors és szemléletes ellenőrzési módszernek bizonyult.

A 6.1., és 6.2. feladatok megoldási menete nem volt analóg, így az ellenőrzés és a korrekció írásvetítő felhasználásával történt. Az ellenőrzést és javítást minden feladatnál hibakutatás követte, valamint a típushibák megbeszélése, elemzése. Természetesen a javításhoz szorosan kapcsolódott a tanulók pontozása is. Folyamatosan, egyénileg rögzítették az egyes feladatoknál a megoldottságtól függően a kapott pontokat.

A gyors, átlagnál jobb képességű tanulók a differenciálás ellenére korábban elkészültek a feladatokkal. Újabb feladatokat a számítógéptől kaptak, ami a „játék” mellett további pontszerzési lehetőséget biztosított. Erre a munkára különösebben odafigyelnem sem kellett, mert a számítógép az értékelést (pontozást) is elvégezte, és a feladat befejeztével közölte a tanulókkal.

A számítógépes játék lényege:

A képernyőn kirajzolódik egy „mérleghinta”, és rajta a bal oldalon egy bábu, ami joystick segítségével hat hely közül a hinta bal oldalán bárhová elhelyezhető. Ennek a bábunak a gép megadja és kiírja a súlyát. A bábu elhelyezése után a bal oldali játékos megnyomja a lövógombot. A lövógomb megnyomása után a jobb oldalon is megjelenik a hintán egy bábu, és ezzel egy időben kiíródik a súlyt. A jobb oldali játékos ugyancsak joystick segítségével mozgatja a bábuját. A cél az, hogy a bábu elhelyezése után a hinta egyensúlyban maradjon. Ha a jobb oldali játékos megnyomja a lövógombot, akkor a gép megoldottnak tekinti a feladatot, és a megoldásra kétféleképpen reagálhat:

— ha jó a válasz, akkor ezt kiírja, és a memóriában elraktároz a jobb oldali játékos javára 1 pontot;

— ha rossz a válasz, akkor a hinta felbillen, és a bábuk leesnek. Természetesen ekkor a játékos 0 pontot kap.

Ezután a játékosok szerepe felcserélődik, így most a bal oldali tanuló kap pontszerzési lehetőséget. A program úgy készült, hogy automatikusan háromszor cserélődik a játékosok szerepe — ez összesen hat játék —, és egy játékos maximálisan 3 pontot szerezhet. A hatodik játék befejeztével a gép kiírja az értékelést. Például így: A bal oldali játékos 3 pontból elért 2 pontot, a jobb oldali játékos 3 pontból elért 3 pontot.

A játék rendkívül látványos, a tanulók nagyon élvezték, és ami a legfontosabb, rendkívül gyorsan megtanulták (és alkalmazták) az egyensúly feltételét kétoldalú emelőnél. Ha a programot egy időben több (pl. 3—4) tv felhasználásával játszattuk, akkor osztályon belül ún. kieséses versenyt is szervezhetünk.

III. Az osztály és a tanulók egyéni teljesítményének értékelése

Az egyes feladatok megbeszélése, javítása és értékelése során mindig felkerült a táblára is az adott feladatnál elérhető maximális pontszám.

Miközben én a táblán összesítettem a pontokat, a tanulók a saját pontszámukat a feladatlapra összesítették.

Az értékelésnél ismét felhasználtam a számítógépet. A képernyőn megjelent névsorban az első tanuló neve; ő bediktálta az összesített pontszámát, a begépelés után megjelent a következő tanuló neve, és így tovább. A névsorban az utolsó tanuló pontszámának begépelése után a képernyőn kirajzolódott egy oszlopgrafikon. A vízszintes tengelyen levő számok a tanulók névsorban adott sorszáma, a függőleges tengelyen pedig a pontszámok voltak olvashatók. A vízszintes tengellyel párhuzamosan megjelent egy folytonos vonal, mely az osztályátlagot jelölte. (A pontszám mellett a %-ban kifejezett érték is kiíródott az átlagot jelölő vonal mellett.) A képernyőről többek között azonnal leolvashattuk és elemezhattuk az osztályátlagot; továbbá azt, hogy hányan, kik és mennyivel teljesítettek az átlag felett és alatt. Ez a visszajelzés pozitívan hatott a tanulók további teljesítményére.

A tizenegyosztályos iskola fizikaprogramja

A középiskolai és a szakiskolai reform fő irányainak megfelelően a Szovjetunió Köznevelési Minisztériuma és a Szovjetunió Pedagógia Tudományi Akadémiája felülvizsgálta az oktatási programok tartalmát. Ebbe a munkába bevonták a Köznevelési Minisztérium, a szövetségi köztársaságok pedagógiai tudományos kutatóintézetei, a pedagógus-továbbképző intézetek szakembereit, a módszertanos pedagógusokat, a köznevelési szervek dolgozóit, a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának munkatársait.

Az új programokban megőrizték mindazt a tartalmi értéket, amely a szovjet iskolában bevált, s amely lehetővé teszi az oktatás magas színvonalát.

A programok tükrözik a tudományos-műszaki haladás fejlődésének fő irányait, a tudomány, a technika és a kultúra legújabb vívmányait. Ugyanakkor a programok gyakorlati jellege fokozódott. A programok tartalmának megfelelően pontosították az iskolások ismereteivel, jártasságával és tudásával szembeni követelményeket, tudásszintjük értékelésének normatíváit. A programok javaslatokat tesznek a tantárgy oktatásának módszertanát illetően.

Az új programokra való áttérés az 1986—87-es tanévben kezdődött.

FIZIKA

VII—XI. osztályok számára

Az iskolai képzésben a fizikaoktatást különös fontosságúvá teszi az, hogy a fizikatudomány egyre nagyobb szerepet játszik a korszerű társadalom életében, döntően befolyásolja a tudományos-műszaki haladás ütemét.

Az iskolai fizikaoktatás az egyén általános képzésének és kommunista nevelésének közös céljait szolgálja, vagyis a tanulókat felvértezi a fejlődésükhöz szükséges ismeretekkel, felkészíti őket a népgazdaságban végzendő munkára és a tanulás folytatására, kialakítja bennük a dialektikus-materialista világnézetet és a kommunista meggyőződést.

A fizikaoktatás feladatai közé tartozik:

— a tanulók eszmei-politikai, erkölcsi, hazafias és internacionalista nevelése. Ennek érdekében a pedagógusok elmagyarázzák, milyen szerepet tölt be a fizika a tudományos-műszaki haladás meggyorsításában, a tudomány és a technika vívmányainak alkalmazásában, illetve a tudományos-műszaki haladásban, mely fontos szerepet játszik a Szovjetunió Népgazdasági ötéves terveinek valóra váltásában, feltárják a szovjet és a külföldi tudósoknak a fizika és a technika fejlesztéséhez való hozzájárulását;

— a tanulóknak a tudományos ismeretek, azaz a kísérleti tényezők, az alapfogalmak, a törvények, az elméletek, fizikai tudományos módszerek, illetve a bennünket körülvevő világ korszerű tudományos képének kialakítása;

— az anyag szerkezeti kiapadhatatlanságának és felépítési egységének, a megmaradási törvények univerzális voltának, a fizikai jelenségek dialektikus jellegének, a fizikafejlődés elmélete és tapasztalata folytonosságának, szerepviszonyának, a gyakorlati megismerés szerepének a feltárása;

— a tanulók megismertetése a tudományos-műszaki haladás fő irányainak fizikai alapjaival: az energetikával, a számítástechnikával, az automatizálás-

sal és a gépesítéssel, a szükséges műszaki tulajdonságú anyagok létrehozásával, valamint a fizika törvényeinek a technikában és a termelés technológiájában való alkalmazásával;

— a tanulók azon képességének kialakítása, hogy önállóan tegyenek szert ismeretekre, és alkalmazzák azokat, megfigyeljék a fizikai jelenségeket, és magyarázatot adjanak rájuk, használni tudják a tankönyvet, illetve a segédkiadványokat;

— a tanulók kísérletezési képességének kialakítása, hogy használni tudják a műszereket és szerszámokat, feldolgozzák a mérések eredményeit, és a kísérleti adatok alapján következtetéseket vonjanak le, továbbá betartsák az üzembiztonsági szabályokat;

— a tanulók érdeklődésének felkeltése és fokozása a fizika és a technika iránt alkotóképességeik kialakítása, annak kimunkálása, hogy tudatosan fogadják be a tananyagot, és válasszanak szakmát. Mindezt a fizikaoktatás és az élet, illetve a kommunista építés gyakorlata közötti szoros kapcsolat alapján való-sítják meg.

Az iskolások oktatásával és fejlesztésével, kommunista nevelésükkel és munkára való felkészítésükkel kapcsolatos feladatokat csak a fizika alapjainak elsajátítása révén lehet megoldani. Erre irányul a tananyag tömörítésének elve. Ennek lényege, hogy a tananyag előadásánál olyan módszereket válasszanak, amelyek a fizika alapvető tényeinek, fogalmainak, törvényeinek, elméleteinek és módszerainak tanulmányozására, a fizikai jelenségek széles körének elméleti alapokon történő általánosítására helyezik a fő hangsúlyt. Következésképpen nagyobb jelentőséget kap az, hogy a tanulók a tudomány alaptételeinek ismeretében képesek legyenek önállóan megmagyarázni a fizikai jelenségeket, a kísérletek eredményeit, a műszerek és készülékek működését.

Az oktatási program minden fejezete kiemeli a legfontosabbakat, ami lehetővé teszi, hogy ezeket a tanulók mélyrehatóan és tartósan elsajátítsák, anélkül, hogy a résztények sokaságával lennének megterhelve.

Az iskolai fizikaoktatás programja tükrözi a tananyag elméleti-ismeretszerzési aspektusait: a fizikai elméletek alkalmazhatósági határait, a különböző általánosságú törvények közötti kölcsönös kapcsolatokat, a fizikában szerzett gyakorlati tapasztalatok szerepét mint az ismeretek forrását és az elméletek helyességének kritériumát, továbbá a tudományfejlődés történeti adatait.

Az iskolai fizikaoktatási program hozzájárul a tanulók munkára való és politechnikai felkészítéséhez, mivel megismerteti őket a tudományos-műszaki haladás fő irányainak fizikai alapjaival.

A program Mechanika c. része például feltárja a termelés gépesítésének kérdéseit, az Elektrodinamika, Rezgések és hullámok, Kvantumfizika c. részek pedig a villamosenergetikával, a népgazdaság villamosításával kapcsolatos kérdéseket, egyes számítástechnikai kérdéseket. A molekuláris-kinetikai elmélet tanulmányozásánál előirányozzák a szükséges műszaki tulajdonságokkal rendelkező anyagok létrehozását.

A politechnikai oktatás feladatai megoldást nyernek abban a folyamatban, amely alatt az iskolások megkapják a szükséges elméleti és alkalmazott tudást, anyagot, laboratóriumi munkákat végeznek, feladatokat oldanak meg, továbbá termelési objektumokra látogatnak el.

A fizikaoktatásban is megvalósuló tantárgyközi kapcsolatok előmozdítják azt, hogy az iskolásokban elképzelések alakuljanak ki a világ tudományos képéről. A program Tantárgyközi kapcsolatok c. része taglalja azokat a kérdéseket, amelyekkel más tanórákon foglalkoznak. Ez a pedagógus számára módot

ad annak meghatározására, a tanulók milyen más tantárgyakból szerzett ismereteire támaszkodhat a fizikatananyag egy-egy adott témájának tárgyalásakor.

A program követelményeket tartalmaz a tanulók ismereteivel és jártasságával szemben. Ezeket a követelményeket a tananyagnak és az osztályoknak megfelelően osztályonként osztja el. E követelmények között szerepelnek:

1. fizikai eszmék, kísérleti tények, fogalmak, törvények, formulák, amelyeket a tanulóknak tudniuk kell és alkalmazniuk kell a fizikai folyamatoknak, a testek tulajdonságainak, a műszaki berendezések működésének megmagyarázására;

2. műszerek és készülékek, melyek használatához az iskolásoknak érteniük kell; fizikai mennyiségek, amelyeket kísérleti úton kell meghatározniuk; több olyan ismeret, amelyek a tanulók kísérletezési tevékenységének részét alkotják;

3. az alapvető feladattípusok, illetve formulák, amelyeket a tanulóknak alkalmazni kell a számítási és grafikai feladatok megoldásánál; fizikai folyamatok, műszaki berendezések, amelyek a tanulmányozás objektumaként szolgálhatnak.

A program megállapítja az iskolások tudása és jártassága elbírálásának hozzávetőleges normáit, amelyekhez a pedagógusnak gyakorlati tevékenysége során igazodnia kell.

A program előíranyozza a Nemzetközi Mértékrendszer (SI) alkalmazását, egyes esetekben pedig olyan rendszeren kívüli mértékegységek alkalmazását, melyeknek használata megengedett.

Az egy-egy téma oktatására fordítható idő hozzávetőleges. A pedagógus jogot kap arra, hogy egy-egy adott témán belül egy-egy kérdés tanulmányozásának rendjén változtasson.

Az alábbiakban — terjedelmi korlátok miatt — csak a tananyagot ismertetjük, eltekintünk a kötelező demonstrációs kísérletek felsorolásától, a tantárgyközi kapcsolatokhoz adott utasításoktól, nem közöljük az osztályonkénti ajánlott filmek és ajánlott irodalom jegyzékét, pedig ez mind szerves része a szovjet iskola fizikaprogramjának.

VII. osztály (Heti 2 óra, évi 68 óra)

1. Bevezetés (2 óra)

Mit tanulmányoz a fizika. Fizikai jelenségek. Megfigyelések, kísérletek, mérések. Fizika és a technika.

2. Anyagszerkezeti ismeretek (6 óra)

Molekulák. Diffúzió. Molekulamozgás. A molekula sebességének függése a test hőmérsékletétől. A molekulák kölcsönös vonzása és taszítása. Az anyag különböző halmazállapota és azok magyarázata a molekuláris-kinetikai elmélet alapján. M. V. Lomonoszov az anyag felépítéséről.

3. A testek kölcsönhatása (20 óra)

Mechanikai mozgás. Egyenletes mozgás. Sebesség. Tehetetlenség. A testek kölcsönhatása. A test tömege. Az anyag sűrűsége.

Általános tömegvonzás. A nehézségi erő. Erő, amely a deformációkor nyilvánul meg. A test súlya. A nehézségi erő és a test tömege közötti összefüggés.

Dinamométer. Az erő grafikus ábrázolása. Egy egyenes mentén ható erők összeadása (összetevése).

Csúszó-, gördülő- és nyugvósúrlódás. Csapágyak.

4. A szilárd testek, folyadékok és gázok nyomása (26 óra)

A szilárd testek nyomása. A gáz nyomása. A gáz nyomásának magyarázata molekuláris-kinetikus elmélet szempontjából.

Pascal törvénye. A nyomás terjedése a folyadékokban és a gázokban. Közlekedőedények. Zsilipek. Hidraulikus sajtoló. Hidraulikus fék.

A légnyomás. Torricelli kísérlete. Aneroid. A légnyomás nagysága különböző magasságokon. Manométerek. Szivattyúk.

Archimédeszi erő. A testek úszása. Hajózás. Léghajózás.

5. Munka és teljesítmény. Energia (12 óra)

Mechanikai munka. Teljesítmény. Egyszerű mechanizmusok. Erők egyensúlya az emelőn. Erőnyomaték. Munkaegyenlőség az egyszerű gépek alkalmazásakor. A gépek hatásfoka.

A felemelt test, az összenyomott rugó potenciális energiája. A mechanikai energia egyik fajtájának a másikba való átalakulása. Az áramló víz és a szél energiája.

Tanulmányi kirándulás (2 óra).

VIII. osztály (Heti 2 óra, évi 68 óra)

1. Hőjelenségek (24 óra)

Hőmozgás. Belső energia. A belső energia változásának két módja: munkavégzés és hőátadás. A hővezetés módjai.

Hőmennyiség. Az anyag fajhője. A fűtőanyag égéshője. A test olvadása és kristályosodása. Olvadási hőmérséklet. Fajlagos olvadáshő. Párolgás és lecsapódás. Forrás. Forráspont. Párolgáshő. A halmazállapot-változások magyarázata molekuláris-kinetikus elmélet alapján.

Energiaátalakulás a mechanikai és termikus folyamatokban. Belső égésű motor. Gőzturbína.

2. Elektromos jelenségek (24 óra)

A testek elektromozgása. Elektromos töltés két fajtája. Az elektromos töltések kölcsönhatása. Az elektromos tér. Az elektromos töltések oszthatósága (diszkrétisége). Az elektron. Az atom szerkezete.

Elektromos áram. Galvánelemek. Akkumulátorok. Az áramkör. Elektromos áram a fémekben. Áramerősség. Ampermérő. Elektromos feszültség. Voltmérő. A vezetők ellenállása.

Ohm törvénye az áramkör szakaszára. Fajlagos ellenállás. Reosztátok. A vezetők kapcsolási módjai.

Az áram munkavégzése és teljesítménye. Hőmennyiség kiválása az áramjárta vezetőben. Izzólámpa. Villamos melegítőkészülékek. Rövidzárlat. Biztosítók.

3. Elektromágneses jelenségek (8 óra)

Az áram mágneses tere. Elektromágnesek. Elektromágneses relé.

Állandó mágnesek. A Föld mágneses tere.

A mágneses tér erőhatása az áramjárta vezetőre. Elektromos mérőműszerek. Egyen-áramú generátor.

4. Fénytan jelenségek (10 óra)

Fényforrások. A fény egyenes vonalú terjedése.

A nap- és a holdfogyatkozás magyarázata.

Fényvisszaverődés. A fényvisszaverődés törvényei. Síktükör.

Fénytörés. A lencse. Fókusz távolság. A vékony lencse képalkotása. A lencse fénytani erőssége. A szem. A szemüveg. A fényképezőgép. A vetítőkészülék.

Tanulmányi kirándulás (2 óra).

IX. osztály (Heti 3 óra, évi 102 óra)

MECHANIKA

1. A kinematika alapjai (20 óra)

Mechanikai mozgás. A mozgás viszonylagossága. Vonatkoztatási rendszer. Anyagi pont. Mozgáspálya. Út és elmozdulás. Pillanatnyi sebesség. A gyorsulás. Egyenes vonalú egyenletes és egyenletesen gyorsuló mozgás. A szabadesés gyorsulása. A mozgások grafikus ábrázolása.

Egyenletes körmozgás. Centripetális gyorsulás. A periódus és frekvencia.

2. A dinamika alapjai (35 óra)

Newton első törvénye. Inerciális vonatkoztatási rendszer. Tömeg. Erő. Newton második törvénye. Erőösszetétel. Newton harmadik törvénye.

Általános tömegvonzás. A nehézségi erő. Tömegközéppont és súlypont. A test mozgása nehézségi erő hatására. A műholdak mozgása. Az első kozmikus sebesség meghatározása.

Rugalmassági erő. Hooke törvénye. A gyorsulással mozgó test súlya. Súlytalanság. A súrlódási erő.

Galilei-féle relativitási elv.

3. A megmaradási törvények (22 óra)

A test impulzusa. Az impulzus megmaradásának törvénye. Reaktív mozgás. A rakéta felépítése. K. E. Ciolkovszkij munkásságának jelentősége a kozmonautika számára. Az SZSZKSZ sikerei a kozmikus tér meghódításában.

Mechanikai munka. Helyzeti és mozgási energia. Az energia megmaradásának törvénye a mechanikai folyamatokban. A folyadék nyomásának függése az áramlás sebességétől. A repülőgép szárnyainál működő felhajtóerő. Ny. J. Zsukovszkij munkásságának jelentősége a repülés fejlesztésében.

4. Mechanikai rezgések és hullámok (13 óra)

A rezgőmozgás. Szabadrezgések. Amplitúdó, periódus, frekvencia. A matematikai inga. A matematikai inga periódusának képlete. A rugóra függesztett test rezgése. Energiaátalakulás a rezgőmozgás esetében. Kényszerrezgések. Rezonancia.

Rezgés terjedése a rugalmas közegben. Transzverzális és longitudinális hullámok. Hullámhossz, a terjedési sebessége, valamint periódusa (frekvenciája) közötti összefüggés.

Hanghullámok. A hang sebessége. A hang erőssége és magassága. Visszhang.

Praktikum (10 óra).

Tanulmányi kirándulás (2 óra).

X. osztály (Heti 4/3 óra, évi 118 óra)

MOLEKULÁRIS FIZIKA

1. A molekuláris kinetikus elmélet alaptételei (34 óra)

A molekuláris kinetikus elmélet alaptételei és azok kísérleti megalapozása. Brown-féle mozgás. A molekula mérete és tömege.

A molekuláris kinetikus gázelmélet alapegyenlete. A hőmérséklet és mérése. A gáz-molekula sebessége. Mengyelejev —Clapeyron egyenlet. Gáztörvények.

Telített és telítetlen gőz. Légnedvesség. A felületi feszültség. Nedvesedés. A hajszálcsővésség.

Kristályos és amorf testek. A szilárd testek mechanikai tulajdonságai: rugalmasság, szilárdság, plasztikusság.

2. Termodinamika (10 óra)

A termodinamika első törvénye. A termodinamika első törvényének alkalmazása. A diabatikus folyamat. A hőfolyamatok megfordíthatatlansága (irreverzibilis).

A hőerőgép működési elve. A hőerőgép hatásfoka. A hőerőgép szerepe a népgazdaságban. Hőerőgépek és a környezetvédelem.

ELEKTRODINAMIKA

1. Elektromos tér (20 óra)

Az elektromos töltés megmaradásának törvénye. Coulomb törvénye. Elektromos tér-erősség. Joffe—Millikan kísérlete. Vezetők az elektromos térben.

Munka a töltés elmozdulásakor az elektromos előtérben. Potenciálkülönbség. Feszültség. A homogén elektromos tér térerőssége és feszültsége közötti összefüggés.

Elektromos kapacitás. Kondenzátor. Az elektromos tér energiája. Dielektrikumok az elektrosztatikus térben. Dielektrikumok állandó.

2. Az egyenáram törvényei (11 óra)

Az elektromotoros erő. Ohm törvénye a zárt áramkörre. A vezetők soros és párhuzamos kapcsolása.

3. A mágneses tér (12 óra)

Az áramjárta vezetők kölcsönhatása. Mágneses indukció. Mágneses fluxus. Amper-féle erő. Az elektromos mérőműszerek működési elve. Hangszóró. Lorentz-féle erő.

Az anyag mágneses tulajdonságai. Ferromágneses anyagok. Az információk mágneses rögzítése.

4. Elektromos áram a különböző közegekben (19 óra)

A fémek vezetőképességének magyarázata az elektronelmélet alapján. Az elektromok irányított mozgásának sebessége. A vezető ellenállásának hőmérsékletfüggése. Szupervezetés.

Elektromos áram a félvezetőkben. A félvezetők vezetőképességének a hőmérséklettől való függése. Az idegen anyaggal szennyezett félvezetők vezetőképessége. Hőrezisztor. A p- és n-típusú félvezetők kontaktusán áthaladó elektromos áram. A félvezető dióda. A tranzisztor. A félvezetős készülékek alkalmazása.

Elektron-emisszió. A kételektrodás elektroncső. Az elektronsugárcső.

Elektromos áram az oldatok és olvadékok elektrolitjaiban. Az elektrolízis törvénye. Az elektrolízis alkalmazása.

Gerjesztett és önálló kisülés a gázokban.

A plazma. MHD-generátor.

Praktikum (10 óra)

Tanulmányi kirándulás (2 óra).

XI. osztály (Heti 4 óra, évi 136 óra)

1. Elektromágneses indukció (9 óra)

Elektromágneses indukció. Az elektromágneses indukció törvénye. Lenz-szabály. Elektrodinamikus mikrofon. Önindukció. Induktivitás. A mágneses tér energiája. Elektromágneses tér.

2. Elektromágneses rezgések (18 óra)

Elektromágneses szabadrezgések. Energiaátalakulások a rezgőkörben. Harmonikus rezgések. A rezgések amplitúdója, periódusa, frekvenciája és fázisa. A rezgőkör saját frekvenciája. Csillapodó elektromágneses rezgések.

Önrezgések. Csillapítatlan rezgéseket keltő generátor (tranzisztoros).

Elektromos kényszerrezgések. Váltakozó áram. Váltakozó áramú generátor. Az áramerősség és a feszültség effektív értéke. Aktív, kapacitív és induktív ellenállás. Elektromos együttrezgés (rezonancia). Transzformátor. Az elektromos energia átvitele és felhasználása az iparban, a közlekedésben, a mezőgazdaságban.

Lenini elvek az ország villamosításában. Az SZSZKSZ villamosításának sikerei és távlatai.

3. Elektromágneses hullámok (36 óra)

Elektromágneses hullámok és terjedési sebességük. Az elektromágneses hullámok tulajdonságai. Az elektromágneses hullám energiája. A kisugárzott fluxus sűrűsége (felszíni).

A rádió feltalálása A. Sz. Popov által. A rádióösszeköttetés alapelvei. Amplitúdómodulálás és -demodulálás. Egyszerű rádiókészülék. Rádiólokáció. A televíziózás fogalma. A hírközlő eszközök fejlődése az SZSZKSZ-ben.

A fény terjedési sebessége. Huygens elve. A fényvisszaverődés és fénytörés törvényei. Teljes visszaverődés. Koherencia. Fényinterferencia és technikai alkalmazása. Fényelhajlás (diffrakció). Optikai (diffrakciós) rács. Fénydisszperzió. Fénypolarizáció.

Az elektromágneses hullámok sugárzása: rádióhullám, látható, infravörös, ultraibolya és röntgensugár. Tulajdonságaik és alkalmazási körük.

4. A relativitáselmélet alapjai (5 óra)

Einstein-féle relativitási elv. A fény terjedési sebessége a vákuumban mint határsebesség az információtovábbításban. A sebességösszetevés relativisztikus törvénye. A tömeg sebességfüggése. A tömeg és az energia közötti összefüggés törvénye.

KVANTUMFIZIKA

1. Fénykvantumok. A fény hatásai (12 óra)

Fényelektromos hatás (fotoeffektus) és törvényei. Fénykvantumok. A fotoeffektus egyenlete. Vákuumcsöves és félvezetős fényelemek (fotocellák). A fényelektromos hatás alkalmazásai.

Foton. Compton-effektus. A fény nyomása. P. Ny. Lebegyev kísérlete. A fény vegyi hatása és alkalmazása.

2. Atom és az atommag (25 óra)

Rutherford kísérlete. Az atommag modellje. Bohr-féle posztulátumok. A fény korpuszkuláris és hullámelmélete. Az atom fénykisugárzása és elnyelése. Folytonos és vonalas színekpek. Kibocsátási (emissziós) színekpek és elnyelési (abszorpciós) színekpek.

pek. Színképelemzés és alkalmazása. Lézerek. A szovjet tudósok szerepe a kvantum-generátorok létrehozásában.

Az atommag szerkezete. Izotópok. Magerők. Az atommagok kötési energiája. Magreakciók. Radioaktivitás. Alfa-, béta- és gamma-sugarak. A radioaktív bomlás törvénye. Az elemi részecskék regisztrálásának módszerei. Radioaktív izotópok előállítása és alkalmazása. A radioaktív sugárzás élettani hatása. A sugárzástól való védekezés.

Uránmaghasadás. Láncreakció. Magreaktor (atomreaktor). Termonukleáris reakciók. A Szovjetunió sikerei és távlatai a magenergia fejlesztésében.

Elemi részecskék és tulajdonságaik. Részecskék és antirészecskék. Kölcsönös átalakulás.

Összefoglalás (4 óra)

Jelenlegi tudományos világkép. A fizika és a tudományos-technikai forradalom.

Év végi ismételtes (15 óra)

Gyakorlati foglalkozás (10 óra).

Tanulmányi kirándulás (2 óra).

A szövegből már kiderült, hogy a IX—XI. osztályokban osztályonként 10 tanítási órát fordítanak a gyakorlati munkák elvégzésére. Ez lehet 10-szer egyórás gyakorlati foglalkozás, vagy 5-ször kétórás. Ezeket a munkákat a tanulók 2—4 fős csoportokban, leggyakrabban a tanév végén végzik.

Ezenkívül a tanulók 2—4 fős csoportokban kötelező laboratóriumi munkákat is végeznek. A program összesen 41 kötelező laboratóriumi munkát ír elő. Osztályonként a következőképpen oszlanak meg: VII. osztály — 9; VIII — 12; IX — 7; X—7; XI — 6. laboratóriumi munkák témáinak közlésétől — helyszűke miatt — eltekintünk.

BLÉSZER JENŐ

szaktanácsadó, Pécs

A dialektikus materializmus néhány elemének tükröződése a gimnáziumi IV. osztályos tanulók fizikatudásában

(Reprezentatív tudásszintmérés Baranya megyében, a fizika tantárgyban)

I. A tantárgyban rejlő világnézet-nevelési lehetőségekről

A világnézet formálásában a fizika tantárgy szerepe igen jelentős. Ezt a tényt valamennyi fizikatanterv nevelési feladatrendszere mindig is figyelembe vette, beleértve a jelenlegi új tantervet is. A régebbi tantervek alapján tanított fizika tárggyal szemben világnézet-nevelési vonatkozásban a jelenlegi „új” fizika lehetőségei messzemenően nagyobbak, mivel tantervi anyaga egyrészt a korábbiaknál nagyobb mélységet tűz ki, másrészt a modern fizika területeiről is összehasonlíthatatlanul többet merít. Ezekből egyértelműen az következne, hogy a negyedik osztály végére (A mérés 1987. május 22-én készült!) a tanulók világnézet-i szempontból elvárható szaktárgyi alapismeretei is mélyebbek, sokrétűbbek a korábbi tantervek alapján elvárható ismereteknél. A mérés eredménye: 46,5 %-os összteljesítmény.

Mivel a megelőző tanterv során ilyen jellegű megyei szintmérés nem volt, a jelenlegi összeteljesítmény csak önmagában szemlélhető. Ettől függetlenül lehetőséget ad olyan jellegű teendők megfogalmazására (I. VII. és VIII. fejezet!), melyek a jelenlegi helyzetből a jobb eredmények irányában történő kimozdulást eredményezhetik.

1.

II. A mérőanyag bemutatása

Mit nevezünk általában mozgásnak? Karikázd be a helyes választ!

- A: Egy vonatkoztatási rendszerhez viszonyított helyváltozást.
- B: A kémia keretében vizsgált változásokat (pl. vegyületeket).
- C: Az atomfizika keretében vizsgált változásokat (pl. magreakciókat).
- D: A társadalomban végbemenő változásokat.
- E: Mindennemű változást.

2.

Az anyag és mozgás kapcsolatára utaló alábbi állítások közül karikázd be a helyes választ!

- A: Az anyag alapvető tulajdonsága a nyugalom, a mozgás előidézésére külső beavatkozás szükséges.
- B: Az anyag alapvető tulajdonsága a mozgás—nyugvó anyag nem létezik,
- C: A mozgás nem feltétlenül kötődik anyaghoz, mint pl. a mezőkben lejátszódó folyamatoknál.
- D: Vannak anyagok, melyeknél alapvető tulajdonság a mozgás, másoknál pedig a nyugalom, tehát a megítélés anyagonként változó.
- E: Egyazon anyagnál is előfordul, hogy egyszer a mozgás, másszor a nyugalom jellemzi alapvetően.

3.

A bolygók mozgásával kapcsolatban melyik leírásmód helyes a fizika szempontjából? A helyes választ karikázd be!

- A: A Ptolemaiosz-féle Föld-középpontú (geocentrikus) leírás, mivel a Földről észleljük a jelenségeket.
- B: A Kopernikusz-féle Nap-középpontú (heliocentrikus) leírás, mivel a Naprendszerben a Nap a központi égitest.
- C: Mind a geocentrikus, mind a heliocentrikus leírás helyes, mivel a két leírás lényegében csak a vonatkoztatási rendszer választásában tér el, ez pedig a fizikában megengedhető.
- D: Helyes leírást csak inerciarendszerhez viszonyítva adhatnánk, de sem a Föld, sem a Nap nem tekinthető ilyennek.
- E: A Ptolemaiosz-féle leírás, mivel az egyház is ezt támogatta.

4.

Mit jelent a dinamikus egyensúly fogalma egy folyadék és a folyadék gőzével kapcsolatban? Karikázd be a helyes választ!

- A: A folyadékgolyók a folyadékból kilépnek, és gőz keletkezik. Ezt az állandósult folyamatot jelenti a dinamikus egyensúly.
- B: A gőztérbeli folyadékgolyók lecsapódnak, és folyadék keletkezik. Ezt az állandósult folyamatot jelenti a dinamikus egyensúly.
- C: Dinamikus egyensúlyról csak akkor lehet szó, ha a folyadék nyitott térbe párolog.
- D: Dinamikus egyensúlyról csak akkor lehet szó, ha a folyadék zárt térbe párolog, amikor is a gőz telítetté válik, és sem a gőztérből, sem a folyadékból nem lép ki részecske.
- E: Dinamikus egyensúly csak zárt térben párologó folyadék esetén jöhet létre, amikor a gőz telítetté válik, és a gőztérből folyadékba lépő részecskék száma megegyezik a folyadékból a gőztérbe lépő részecskék számával.

5.

A mennyiségi változások minőségi változásokba átcsapásának törvényével kapcsolatos alábbi állítások közül melyik a helyes? Karikázd be!

- A: A törvény csak a társadalomban érvényes, pl. a társadalmi rendszerek átalakulása esetén.

- B: A törvény a fizikában is érvényes, pl. a jég olvadása során. Lényeges, hogy a változás ugrásszerűen menjen végbe (pl. 0°C alatt jég, felette víz halmazállapot van!) az ún. csomópontnál.
- C: A törvény a fizikában is érvényes, pl. a viasz olvasztása során. Lényeges, hogy az átalakulás folyamatosan menjen végbe, és ne ugrásszerűen (a viasznál nem lehet megjelölni a pontos olvadáspontot!).
- D: A törvény minden jelenségre érvényes és a mennyiségi felhalmozódás hol ugrásszerűen, hol ilyen éles átmenet nélkül eredményezi a minőségi változást.
- E: A törvény csak a természettudományokban érvényes.

6.

A tömegre vonatkozó alábbi állítások közül melyik a helyes? Karikázd be!

- A: A tömeg egy adott testnek egyszer s mindenkorra meghatározott, változatlan mennyiségi jellemzője.
- B: A tömeg változik, pl. attól függően, hogy milyen erősségű gravitációs térben van (pl. más az értéke a Földön és a Holdon).
- C: A tömeg nem állandó, a test hőmérsékletétől függően is változik.
- D: A tömeg nem állandó, mert a test sebességétől függően is változik.
- E: Nem minden anyagnak van tömege, pl. a fotonnak sincs.
- F: Különbséget kell tenni a tömeg fogalmánál a mérleggel mért tömeg, valamint a párkölcsönhatásokban bekövetkező sebességváltozásokból meghatározható tömeg között: a kétféle méréssel nyert tömeg nem azonos (a „súlyos tömeg” és a „tehetetlen tömeg” nem egyezik).

7.

Az energia megmaradása törvényére vonatkozó alábbi állítások közül melyik helyes? Karikázd be!

- A: A törvény matematikai precizitással bizonyítható (miként a szabadon eső test magassági és mozgási energiáinak átalakulásai során kimutatható a két részenergia összegének állandósága).
- B: A törvény általánosan nem bizonyítható be, mivel nem is általános érvényű, pl. egyes atommagfizikai jelenségeknél.
- C: Nem bizonyítható, de elfogadását az teszi ésszerűvé, hogy eddig még semmilyen jelenség nem mondott ellent a törvénynek.
- D: A törvény csak a mechanikai energiák körében érvényes.
- E: A törvény általános érvényű, de a mezőkre nem vonatkozik, mivel a mezőkkel kapcsolatban energiákról nem is lehet beszélni.

8.

A tömeg és energia kapcsolatára utaló alábbi állítások közül melyek a *h i b á s a k*?

- A: A tömeg átalakulhat energiává.
- B: Az energia átalakulhat tömeggé.
- C: A tömeggel együtt az anyagnak energiája is van; az energia jelenléte egyúttal tömeg jelenlétére is utal.
- D: A tömeg nem alakulhat át energiává, az energia nem alakulhat át tömeggé.
- E: Atomfizikában gyakoriak a tömeghiánnyal végződő reakciók: ilyenkor fel kell tételeznünk, hogy az anyag eltűnt (annihiláció!).

9.

Zárt rendszerben mi mondható a természeti folyamatok irányáról? A helyes választ karikázd be!

- A: Nincs irányuk: csak az emberi agy érzi a folyamatokat irányítottnak.
- B: Önként olyan folyamatok mennek végbe, melyek során nő a rendetlenség (rendezetlenség).
- C: Önként olyan folyamatok mennek végbe, melyek során csökken a rendetlenség (rendezetlenség).
- D: Önként olyan folyamatok mennek végbe, melyek során a rendetlenség (rendezetlenség) nem változik.
- E: Önként nem mennek végbe folyamatok, csak külső beavatkozással, ekkor viszont a rendszer már nem tekinthető zártnak.

10.

Elektronagyúból kétréses lemezre elektronsugár halad. A résen átjutó elektronokat fel-fogó ernyőn regisztráljuk (kimutatjuk). Az alábbi ábrákon a görbék a becsapódó elektronok eloszlását fejezik ki a résnek nyitott, illetve zárt helyzetétől függően. Az alábbi állítások mellé írjuk be az állítás tartalmának megfelelő ábra sorszámát, ha ilyen ábra nincs, a rovatba „X”-et írjunk!

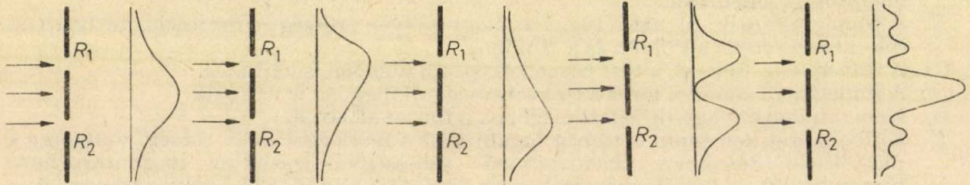
A: R_1 rés van nyitva : ábra.

B: R_2 rés van nyitva : ábra.

C: R_1 és R_2 rés egyszerre van nyitva : ábra.

D: Ha az elektronagyúból egyenként „kiszálló” elektronok haladnak a lemez felé, R_1 és R_2 egyszerre nyitott állapotában: ábra.

E: Ha mindkét rés zárva van: ábra.



1. ábra

2. ábra

3. ábra

4. ábra

5. ábra

11.

Dönts el, hogy a számmal megjelölt és az anyag szerkezetére vonatkozó alábbi állítások az A, B, C, D betűkkel jelzett típusok közül melyikhez tartoznak! Írd be a négyzetbe a megfelelő betűjelet!

A: Az állítás igaz, az indokolás is igaz.

B: Az állítás igaz, az indokolás nem igaz.

C: Az állítás nem igaz, az indokolás önmagában igaz.

D: Az állítás nem igaz, az indokolás sem igaz.

1. Az atommagban protonok és elektronok vannak, csak ez magyarázza az atom rendszámát és tömegszámát.
2. Az atommagnak nem lehet építőeleme az elektron, mivel az elektronnak a magtérfogatra korlátozottságából adódó mozgási energiája kisebb, mint a protonhoz tartozó elektromos potenciális energiagödör mélysége.
3. Az atommagnak az elektron lehet építőeleme, mivel az elektronnak a magtérfogatra korlátozottságából adódó mozgási energiája nagyobb, mint a protonhoz tartozó elektromos potenciális energiagödör mélysége.
4. Az atommag építőeleme a proton és a neutron, mivel ezen részecskék feltételezésével megmagyarázható egyrészt a rendszám és tömegszám, másrészt nem kerülünk ellentmondásba a neutron magtérfogatra korlátozottságával sem: a proton elektromos potenciális energiagödre elegendően mély a neutron mozgási energiájához viszonyítva.

12.

Az élettelen anyag fejlődésének egyes állomásait tüntettük fel az alábbiakban, de nem tényleges időrendi sorrendben. Az ősrobbanástól számítva állapítsuk meg a helyes időbeli sorrendet úgy, hogy a mellékelt négyzetekbe egymás után az időben egymást követő állapotok sorszámait írjuk be!

1. Hidrogén-gáz anyagú világegyetem.
2. Proton-elektron-foton anyagú világegyetem.
3. A $\text{H}_e \rightarrow \text{C}, \text{O}$ átalakulás létrejötte, a vörösóriás csillagállapot.
4. Az atomos H-gázban véletlenszerű csomósodások megjelenése, a gömbölyű gázfelhők (galaxisok) képződése.
5. A $\text{H} \rightarrow \text{He}$ átalakulás létrejötte.
6. A galaxis szétaprózódása kisebb tömegű és sugarú csomósodásokra, gravitációs összehúzódás közben világító csillag keletkezése.
7. A galaxis koronggá belapulása.

III. A mérőanyag által vizsgált világnézeti vonatkozások

1. feladat: A mozgásfogalom
2. feladat: Az anyag és mozgás kapcsolata
3. feladat: A vonatkoztatási rendszerek szerepe, világnézetileg helyes megítélése
4. feladat: A dinamikus egyensúly
5. feladat: Mennyiségi változások—minőségi változások, csomópontok
6. feladat: A modern tömegfogalom jegyei
7. feladat: Az energia megmaradásának törvénye mint átfogó természeti törvény
8. feladat: A tömeg-energia kapcsolat, materialista és idealista értelmezések
9. feladat: A természeti folyamatok iránya
10. feladat: A részecske-hullám kettősség
11. feladat: Az atommag felépítése — a kvantummechanika megvilágításában
12. feladat: Az élettelen anyag fejlődése a proton-elektron-foton állapottól a vörös-óriás csillagállapotig.

Természetesen más, vagy több világnézeti elem is vizsgálható lett volna. A mérőanyag mennyiségének azonban mindenképpen korlátot szabott a 45 perces munkaidő.

IV. Megoldási kulcs

1. feladat: E
2. feladat: B
3. feladat: C
4. feladat: E
5. feladat: D
6. feladat: C és D (relativista hatások!)
7. feladat: C
8. feladat: A, B és E
9. feladat: B
10. feladat: A-hoz 2. ábra
B-hez 3. ábra
C-hez 5. ábra
D-hez 5. ábra
E-hez X
11. feladat: D, B, C, A a helyes sorrend
12. feladat: 2, 1, 4, 7, 6, 5, 3 a helyes sorrend

V. Javítási útmutató

Az 1—5 feladatokban a helyes válasz 1 pontot ér.

A 6. feladatban mindegyik helyes válasz 2 pont értékű.

A 7. feladatban a helyes megoldás 1 pontot ér.

A 8. feladatban mindegyik jó megoldás értéke 2 pont.

A 9. feladatban a helyes megoldás 1 pontot ér.

A 10. feladatban a helyes megoldások pontértékei:

A: 1 pont

B: 1 pont

C: 2 pont

D: 2 pont

E: 1 pont

A 11. feladatban minden helyes válasz 1 pontot ér.

A 12. feladatban csak a hibátlan sorrend fogadható el 7 ponttal. Így tehát az egyes feladatokban elérhető pontszámok az alábbiak.

Feladat	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Pontszám	1	1	1	1	1	4	1	6	1	7	4	7

Elérhető összpontszám: 35 pont.

A javasolt pontszámokat a következőkkel indokolom.

Általában a helyes válaszra 1 pontot irányoztam elő.

Az első 5 feladat 5 alternatívás válaszai mindegyikében egyetlen helyes válasz volt. Mivel a kérdések alapvető ismeretek visszaidézésére szolgáltak, 1 ponttal értékeltem a helyes megoldást.

A 6. feladat a modern tömegfogalomra vonatkozólag 6 alternatívában 2 helyes választ tartalmazott. A nehezebb ismeretanyagra tekintettel lett mindegyik válasz 2—2 pontos, így az összpontszám 4 pont.

A 7. feladat alapvető, törzsanyag szintű ismeretet mozgósít, az 5 válaszadási lehetőség közül 1 jó választ tartalmaz, pontértéke 1 pont.

A 8. feladat a hibás válaszok megadása révén a tanulókat szokatlanabb, nehezebb feladat elé állította, ezért egy-egy válaszra 2 pontot terveztem. Mivel 3 hibás válasz szerepelt, az elérhető pontszám 6 pont volt.

A 9. feladat első és negyedik osztályban gyakran elhangzott törvény ismeretére épült. Az 5 válaszadási lehetőség között 1 jó válasz volt, a feladat pontértéke 1 pont volt.

A 10. feladat — bár frissen, negyedik osztályban előforduló ismereteken nyugszik — a szöveg és ábra társítása révén igényes munkát kívánt, az összpontszámot ezért 7 pontban állapítottam meg, a fent jelzett részletezés szerint.

A 11. feladat ugyancsak a mérést nem sokkal megelőző időszakban tanított ismeretekre épül, s a kémia oldaláról is eléggé meg van világítva. A 4 pontos értékelést első sorban nem a feladat szakmai nehézsége, hanem a feladat mérés technikai szerkezete miatt adtam a feladatra.

A 12. feladatot témája miatt tartottam világnézetileg igen fontosnak, s úgy gondoltam, hogy ebben találgatásnak ne legyen helye. A helyes sorrendet javasoltam értékelésre, mindegyik jó választ 1—1 ponttal értékelve. Az összteljesítmény 7 pont.

VI. A tanulók teljesítményének vizsgálata

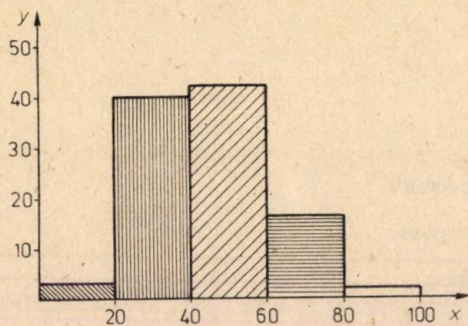
1. A megyei összkép

Az összteljesítmény 46,5 %-os.

a) A teljesítmény megoszlása

Maximális pontszámot senki sem ért el, nulla pontos eredményt ugyancsak senki sem produkált.

A teljesítmény további bontását az alábbi táblázat tartalmazza.



0—20 % között a tanulók 1,8 %-a
 21—40 % között a tanulók 39,4 %-a
 41—60 % között a tanulók 42,2 %-a
 61—80 % között a tanulók 16,2 %-a
 81—100 % között a tanulók 0,4 %-a

Ugyanezen eredményeket szemlélteti a 6. ábra is.

6. ábra

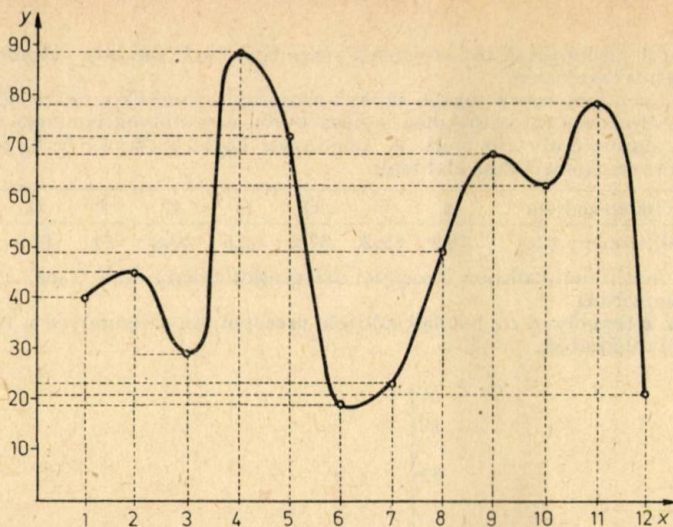
Az x tengelyen a teljesítési százalék található, az y tengelyen pedig az, hogy a tanulók hány százaléka érte el az x tengelyen jelzett teljesítményt. (Az ábrázolás csak hozzávetőlegesen méretarányos!)

b) A feladatonkénti teljesítmény, az elérhető összpontszám százalékában kifejezve

Feladat	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Eredmény (%)	39,4	44,8	28,2	88,4	72,9	18,6	23,8	48,9	68,6	62,9	77,6	20,6

Ezeket az eredményeket tünteti fel vázlatosan a 7. ábra.

Az x tengelyen a feladatok sorszámát, az y tengelyen az egyes feladatok teljesítési %-át jeleztem.



7. ábra

c) Feladatonként a maximális és a nulla pontszámot teljesítő tanulók százalékos megoszlása

Feladat	Max. pont(%)	Nulla pont (%)	Feladat	Max. pont(%)	Nulla pont (%)
1.	39,4	60,6	7.	23,8	76,2
2.	44,8	55,2	8.	20,2	18,1
3.	28,2	71,8	9.	68,6	31,3
4.	88,4	11,6	10.	9,4	0,4
5.	72,9	27,1	11.	60,3	5,1
6.	6,9	69,7	12.	20,6	79,4

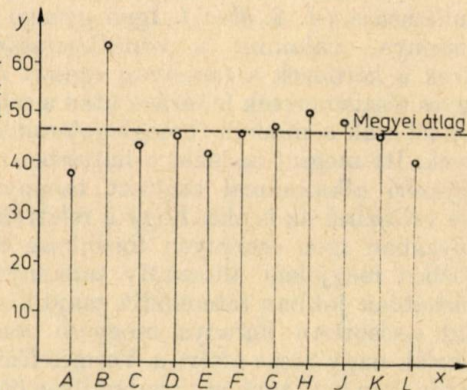
2. A megyei összkép összehasonlítása az egyes iskolák összteljesítményével

a) Az egyes iskolák átlagteljesítménye a megyei eredményhez viszonyítva

Az iskola kódjele	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
Átlagteljesítm. (%)	38,7	64	43,4	44,8	42,4	45,7	46,8	51	47	45,7	39

Megyei átlag: 46,5 %

A fentieket szemlélteti vázlatosan a 8. ábra. Az x tengelyen a mérésben részt vett iskolák azonosítói vannak feltüntetve, az y tengelyen az elért összteljesítményszázalék szerepel. Az x tengellyel párhuzamos vonal a megyei átlagteljesítmény vonala.



8. ábra

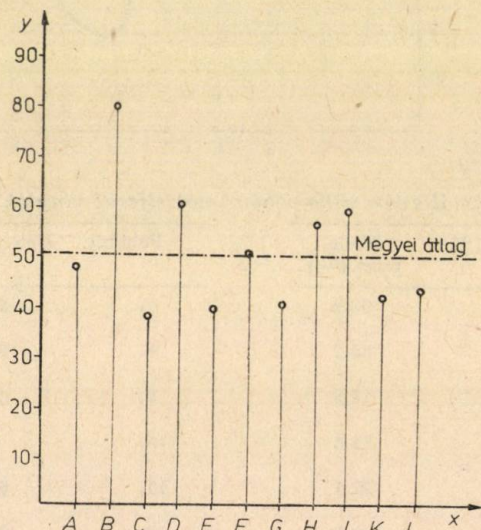
b) A „legalapvetőbb” ismeretek elsajátításának mértéke iskolánként a megyei eredmény-nyel is összevetve

Ezen ismeretek sorába azokat számítom, melyek a fizika középiskolai tanulása után az általános műveltségnek is összetevői, és amelyek ismerete a megelőző tantervekben is alapvető elvárás volt. A feladatsor 1.; 2.; 3.; 4.; 5.; 7.; 8.; feladatait sorolom ide. Az elért eredmények az alábbiak.

Az iskola kódjele	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
Teljesítmény (%)	40,9	82,2	37,2	62,5	40,8	51	40,9	54,8	55,6	41,9	43,3

A fenti feladatokban a megyei átlagteljesítmény 50,3 %-os. Az eredményeket a 9. ábra szemlélteti.

Az x tengelyen az iskolák kódjele szerepel, az y tengelyen a teljesítési százalékok értékei találhatók.



9. ábra

VII. A mérési vizsgálatból levonható tapasztalatok

1. A megyei összteljesítményt gyengének ítélem meg. Ennek részben tantervi okai is vannak: a tananyag szakmai részének időigényes feldolgozása még azon tanároknál is visszaszorítja a tárgy nevelési lehetőségeinek kihasználását, akik a korábbi tantervi anyagban ezekre maximálisan odafigyeltek.

2. A kiválasztott 12 cilágnézeti vizsgálati témában igen nagy az eredmények hullámsága (1. 2. ábra!). Igen gyenge a mozgásfogalom, az anyag és mozgás viszonya, valamint a vonatkoztatási rendszerek szerepének megítélése. Ezek a kérdések a tananyag egészét átgyűrűző kérdések, és úgy látszik, az egyes részismeretek feltárása után a szintetizálásra nem került sor. Az említet-
teknél csak a modern tömegfogalommal kapcsolatban gyengébbek az eredmények. Itt megint az lehet a háttérben, hogy a tömegfogalom a fizikában nem egyszeri alkalommal tanított tananyag, hanem végigvonul a négy éven. De valószínű az is oka, hogy a relativitáselmélet eredményei a tantervi törzsanyagban igen szerényen fordulnak elő. A relativitáselmélet elemei az időközben megjelent alternatív tankönyvben nagyobb hangsúlyt kapnak, így várhatóan jobban ráterelődik majd a szaktanárok figyelme is a fenti témára. Ezt elsősorban Baranya megyére vonatkoztatva mondhatom, mivel itt az iskolák nagy része áttért a Vermes-féle alternatív tankönyvekre, ill. a kétféle érvényben levő tankönyv valamilyen ötvözetét tanítják.

Jó a tájékozottság egyes klasszikusnak nevezhető kérdésekben, mint pl. a dinamikus egyensúly fogalma és a mennyiségi-minőségi változások kérdése. Elfogadható a teljesítmény (60—77,6 % közötti) a negyedéves anyagban tanított 9., 10. és 11. kérdésekben, melyek a természeti folyamatok irányával, a részecske-hullám kettősséggel és bizonyos anyagszerkezeti kérdésekkel kapcsolatosak. Ezen eredmények mögött — a szaktanári erőfeszítésen túl — részben állhat az a tény, hogy nem régen tanult, friss ismeretekről van szó, részben az, hogy nem igényelték szintetizáló tevékenységet.

Igen gyenge az eredmény az anyagfejlődéssel kapcsolatos kérdésekben, pedig ez a fejezet tenné rá a koronát a gimnáziumban tanított fizikai ismeretekre — nemcsak világnézeti szempontból! Az iskoláknál szerzett tapasztalatom alapján állíthatom, hogy a téma feldolgozására a legtöbb iskolában csak minimális időráfordítással, esetleg olvasmányszerűen kerül sor, de több esetben teljesen elmarad, időzavar miatt.

3. Az egyes iskolák összteljesítményét tekintve nincs nagy szóródás a megyei átlaghoz képest (1. 3. ábra!). Három iskola dolgozott a megyei átlag felett: a *B*, *H* és *J* kódjelű iskolák. Köztük a *B* iskola ugrik a legnagyobb mértékben a megyei átlag fölé: 17,5 %-kal, a többi alig emelkedik fölé. A megyei átlag alatt a legnagyobb eltéréssel az iskola tanulói dolgoztak: 7,8 %-os értékkel. Érdekes megjegyezni, hogy a megyei átlag felett legjobban kiemelkedő iskola nem a közismerten erős két gimnáziumunk közül való.

4. A „legalapvetőbb” világnézeti ismeretek elsajátításával kapcsolatban (1. 4. ábra) 50,3 %-os a megyei átlag, mely felett négy iskola található: a *B*, *H* és *J* kódjelű, miként az összteljesítménynél, valamint *J* iskola. A felfelé eltérés a legnagyobb a *B* iskolánál 32,2 %-os. Az átlag alatti legnagyobb eltérést a *C* iskola tanulói produkálták: 13,1 %-ot.

VIII. Javaslatok a feltárt helyzetből történő kimozdulásra

A) A szaktanárok részére

1. A tantervi korrekció és az alternatív tankönyvek birtokában meg kell keresni azt az optimális tananyagot, amely mellett lehetőség nyílik a világnézeti adalékok kellő mélységű kidolgozására.

2. Célszerű év végén az évi anyag során felvetődött világnézeti részismereteket szintetizálni.

3. Negyedik osztályban kerüljön sorra a szaktárgyi világnézeti ismeretek szintetizálása.

4. A világnézeti vonatkozások súlyát növeljük a tanulók előtt azáltal is, hogy kérjük tőlük számon a feleletek, dolgozatok alkalmával.

5. Az iskolai munkaközösségek — látván a megyei átlaghoz viszonyítva — a tervezés során gondoljanak a világnézeti nevelés hatékonyságának fokozására, fogalmazzanak meg ennek érdekében helyi tennivalókat.

6. A FAKT órák is hasznosíthatók lehetnek a világnézetiileg fontos ismeretek elmélyítésére.

B) A főhatóság részére

1. Tanári segédkönyv formájában kiadványt kellene szerkeszteni a tárgy világnézeti kérdéseinek feldolgozására.

2. Fel kellene újítani a szaktanárok részére azt a továbbképzési rendszert, mely a 60-as években igen jó hatásfokú volt: amely az egyes szaktárgyak vagy szaktárgycsoportok (pl. matematika-fizika-kémia) világnézeti kérdéseit dolgozta fel 2 évre kiterjedő tanfolyam keretében.

A Poisson-egyenlet levezetése a kinetikai gázelmélet alapján

Az I. osztályos gimnáziumi fizikatankönyv „Hogyan növelhetjük a gáz energiáját?” című fejezete alapján érdemes végiggondolni, miképp kapható meg a kinetikai gázmodell szerint a Poisson-egyenlet. Az alábbiakban erre mutatok egy lehetséges megoldást — a téma elemi feldolgozásában szokásosan megengedett „kegyes csalások” alkalmazhatóságával most is élve.

1. A levezetésben felhasznált eredmények:

— a kinetikai gázelmélet alapegyenlete:

$$pV = \frac{N\mu\bar{v}^2}{3}, \quad (1)$$

(μ egy részecske tömege);

— az egyatomos ideális gáz belső energiája:

$$U = N \frac{1}{2} \mu \bar{v}^2; \quad (2)$$

— a v_0 sebességű, a gázrészecske tömegénél lényegesen nagyobb tömegű, vele szemben haladó dugattyúról a v sebességű korpuszkula $v + 2v_0$ nagyságú sebességgel verődik vissza.

Alapfeltevések:

- minden részecske azonos nagyságú v sebességgel mozog;
- a tartályban levő N számú részecske harmada mozog a tér mindegyik fő irányába, merőlegesen a falra;
- a részecskék v sebessége lényegesen nagyobb a dugattyú v_0 sebességénél (ez nem áll minden részecskére, de biztosan igaz a $v^2 \gg v_0^2$ állítás).

2. Egy db részecske energiatöbblete a befele haladó dugattyúról való egyszeri visszaverődés után (lásd az ábrát):

$$du_1 = \frac{1}{2} \mu (v + 2v_0)^2 - \frac{1}{2} \mu v^2 = 2\mu(v_0^2 + v_0v) = 2\mu v_0v, \quad \text{mert } v \gg v_0.$$

Egy kiszemelt részecskének a dugattyúba való kétszeri ütközése közötti idő:

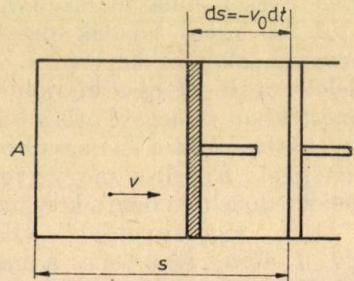
$$t = \frac{2s}{v}, \quad \text{mert } v \gg v_0 \text{ miatt } s - ds = s.$$

Így időegységenként

$$\frac{1}{t} = \frac{v}{2s}, \text{ dt időköz alatt } \frac{v}{2s} dt \text{ A vizsgált részecske ütközéseinek száma.}$$

Az összes részecske harmada mozog a dugattyúra merőlegesen, így a gáz belső energiájának változása dt idő alatt:

$$dU = \frac{N}{3} \frac{\mu v_0 \cdot v^2}{s} dt = - \frac{N}{3} \frac{\mu v^2}{s} ds.$$



Ha tekintettel vagyunk arra, hogy a részecskék között mindenféle nagyságú és irányú sebességgel rendelkező előfordul, akkor a helyes eredmény.:

$$dU = -\frac{N}{3} \frac{\overline{\mu v^2}}{s} ds.$$

3. Vessük ezt össze (2) -vel, felhasználva (1) -et is!

azaz

$$d\left(N \frac{\overline{\mu v^2}}{2}\right) = -\frac{N}{3} \overline{\mu v^2} \frac{ds}{s},$$

$$d\left(\frac{3}{2} pV\right) = -(pV) \frac{ds}{s},$$

$$\frac{d(pV)}{pV} = -\frac{2}{3} \frac{ds}{s},$$

és integrálás után:

$$\ln(pV) = -\frac{2}{3} \ln s + C_1,$$

és mivel

$$V = As,$$

ezért

$$C_1 = \ln(pVs^{2/3}) = \ln\left(pV \frac{V^{2/3}}{A^{2/3}}\right);$$

A állandó lévén ez a következőt jelenti:

$pV^{5/3} = C$; ami a jól ismert Poisson-egyenlet. Ezt összehasonlítva a makroszkópikus megfontolásokból kapható $pV^{C_p/C_v} = C$ alakkal, az egyatomos ideális gáz fajhőviszonyára $5/3$ adódik, összhangban az egyéb úton kapható elméleti értékekkel, és jó egyezésben a gyakorlattal.

СОДЕРЖАНИЕ

Серия статей из докладов и материала семинаров анкеты 1986 года в городе Дьер (65-70.)	
Чекё Арпад: Разложение света, спектр	65
Легради Имре: Сравнение энергии фотонов. Определение постоянного Планка	68
Д-р Сенци Ласло: Анализ решений тестов для заключения темы в 7—8-ом классах	71
Хегедюш Михайл: Из опыта одного показательного урока	76
Сабо Арпад: Программа одиннадцатилетней школы	81
Блэсер Енё: Отражение некоторых элементов диалектического материализма в физических знаниях учащихся IV. класса гимназии	87
Д-р Шомоди Шандор: Вывод уравнения Пуассон по кинетической газовой теории	96

INHALT

Artikelsammlung aus Stoffen der Vorlesungen und Werkstattgespräche der Enquete in Győr in 1986 (65-70. s.)	
Csekő Árpád: Dispersion, Spektrum	65
Légrádi Imre: Vergleichung der Energie der Photonen. Bestimmung der Planck-Konstante	68
Dr. Szeneci Lászlóné: Analyse der Lösungen der themaabschließenden Aufgabenblätter in der 7. und 8. Klasse	71
Hegedűs Mihályné: Aus den Erfahrungen einer Musterstunde	76
Szabó Árpád: Program der elfklassigen Schule	81
Bléser Jenő: Widerspiegelung einiger Elemente des dialektischen Materialismus im physikalischen Wissen und Können der Schüler der IV. Klasse der Gymnasiums	87
Dr. Somogyi Sándor: Die Ableitung der Poisson-Gleichung auf Grund der kinetischen Gastheorie	96

Felhívjuk olvasóink figyelmét!

Bonifert Domonkosné—Halász Tibor—Miskolczi Józsefné—Molnár Györgyné: Fizikai kísérletek és feladatok általános iskolásoknak (Rsz.: 8094)		Fűzve: 31,— Ft
Budó Agoston: Kísérleti fizika I. (Rsz.: 4292/I.)	Kötve: 63,— Ft	
Budó Agoston: Kísérleti fizika II. (Rsz.: 4292/II.)	Kötve: 51,— Ft	
Budó—Mátrai: Kísérleti fizika III. (Rsz.: 4292/III.)	Kötve: 57,— Ft	
Dér—Radnai—Soós: Fizikai feladatok I. (Rsz.: 8175/I.)	Kötve: 42,— Ft	
Dér—Radnai—Soós: Fizikai feladatok II. (Rsz.: 8175/II.)	Fűzve: 39,— Ft	
Halász Tibor—Kovács László—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Tanári kézikönyv FIZIKA 6. osztály (Rsz.: 83 109)		Fűzve: 31,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Tanári kézikönyv FIZIKA 7. osztály (Rsz.: 83 030/1.)		Fűzve: 38,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Kövesdi Pál—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Tanári kézikönyv FIZIKA 8. osztály (Rsz.: 83 036/1.)		Fűzve: 31,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. I. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához (Rsz.: 8077/I.)	Kötve: 45,— Ft	
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. II. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához (Rsz.: 8077/II.)	Kötve: 31,— Ft	
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. III. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához	Kötve: 43,— Ft	
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Mechanika Elméleti fizika I. (Rsz.: 42 221/I.)	Kötve: 39,— Ft	
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Klasszikus erőterek Elméleti fizika II. (Rsz.: 42 221/II.)	Kötve: 72,— Ft	
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Kvantummechanika Nem relativisztikus elmélet, Elméleti fizika III. (Rsz.: 42 221/III.)	Kötve: 86,— Ft	
V. B. Bereteckij—E. Lifsic—L. P. Pitajevszkij: Relativisztikus kvantumelmélet, Elméleti fizika IV. (Rsz.: 42 221/IV.)	Kötve: 84,— Ft	
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Statisztikus fizika I. Elméleti fizika V. (Rsz.: 42 221/V.)	Kötve: 85,— Ft	
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Hidrodinamika Elméleti fizika VI. (Rsz.: 42 221/VI.)	Kötve: 78,— Ft	
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Rugalmasságtan Elméleti fizika VII. (Rsz.: 42 221/VII.)	Kötve: 32,— Ft	
E. M. Lifsic—L. P. Pitajevszkij: Kinetikus fizika Elméleti fizika X. (Rsz.: 42 221/X.)	Kötve: 79,— Ft	

Beszerezhetők, illetve előjegyezhetők a KÖNYVESBOLTOKBAN!

A

4 1988
XXVII. évf.

FIZIKA TANÍTÁSA

F217

A Művelődési Minisztérium módszertani folyóirata



A FIZIKA TANÍTÁSA

A MŰVELŐDÉSI MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

FELELŐS SZERKESZTŐ:
DR. GECSŐ ERVIN

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

GERGELY PÉTER, DR. KEDVES FERENC,
KOVÁCS LÓRÁNT, DR. LITZ JÓZSEFNÉ,
PÁHÁN ISTVÁN, DR. PAÁL TAMÁS,
DR. TASNÁDI PÉTER, DR. VIDÓ IMRE,
VIG ISTVÁN, DR. WIEDEMANN LÁSZLÓ,
DR. ZATONYI SÁNDOR.

Szerkesztőség: Országos Pedagógiai Intézet 1406 Budapest, Pf.: 33. Gorkij fasor 17—21. — Telefon: 211-200. — Kiadja: a Tankönyvkiadó, 1055 Budapest, V., Szalay utca 10—14. — A kiadásért felelős: a Tankönyvkiadó igazgatója. — Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető: bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél és a Posta Központi Hírlapföldénél (postacím: Budapest, V., József nádor tér 1. — 1900) személyesen vagy postautalványon, valamint átutalással, a HELIR 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra.

Előfizetési díj egy évre: 42,— Ft

Révai Nyomda Egri Gyáregysége,
Eger. Igazgató: Horváth Józsefné dr.
83. 205

ISSN 0428—5336

Szerkesztői üzenet:

Kérjük a kartársakat, hogy közlésre szánt cikkeiket gépelve, két példányban küldjék meg a szerkesztőség fenti címére, a lakásuk és munkahelyük, valamint személyi számuk pontos feltüntetésével. — A papírlapnak csak egyik oldalára, kettes sortávolsággal írjanak! Egy-egy oldalra 30 sort gépeljenek! A sor hossza 66 betűhely. A cikkek terjedelme legfeljebb 6—8 gépelt oldal lehet. A rajzokat, táblázatokat külön lapon, megfelelő ábraszöveggel (aláírással) ellátva küldjék be!

Kéziratot nem őrzünk meg és nem adunk vissza!

TARTALOM

- Dr. Vermes Miklós:* Az 1988. évi Országos Középiskolai Fizikai Tanulmányi Verseny.
A gimnáziumi tanulók versenye . . . 97
- Bérczes György—Főzy István—Juhász András—Tasnádi Péter:* Beszámoló az 1987/88. évi OKTV harmadik (gyakorlati) fordulójának feladatairól 101
- Dr. Kovács László:* Kvantummechanikai és szilárdtest-fizikai regionális felmérés gimnáziumokban 107
- Blészer Jenő:* A fizikai látásmód fejlesztése a középiskolai tehetséggondozó foglalkozásokon (Mechanikai problémák) 114
- Fórum 127

Címképünk:

K. A. Müller és I. G. Bednorz: A szupervezetési eredményükért 1988-ban Nobel-díjat kaptak.

Az 1988. évi Országos Középiskolai Fizikai Tanulmányi Verseny

A gimnáziumi tanulók versenye

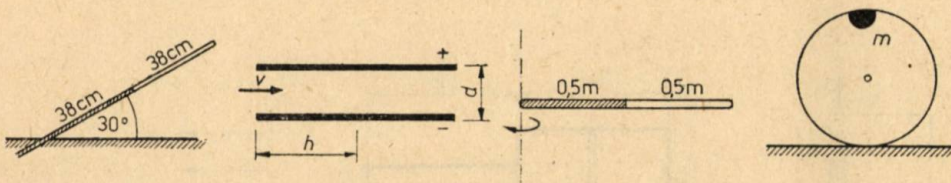
A szakközépiskolai tanulók I. csoport címén külön versenyeztek. A II. csoportba tartozott minden III. osztályos tanuló (kivéve a speciális és komplex tantervű osztályokat), továbbá azok a IV. osztályos tanulók, akik fizikából semmiféle fakultáción sem vettek részt. A III. csoportba tartoztak a fizikából fakultáción részt vevő IV. osztályos tanulók, továbbá a speciális és komplex tantervű III. és IV. osztályos tanulók. Mindkét csoport feladatai ugyanazok voltak, és a versenyek egyidejűleg folytak le.

Ebben az évben valamennyi feladat Dr. Nagy Lászlótól származott, aki tavaly hunyt el, és aki éveken át sokat tett a tanulmányi versenyek sikeréért.

Az első fordulóra január 4-én került sor, és feladatai a következők voltak:

1. Egy 76 cm hosszú Torricelli-cső helyzete 30° -os, félig tölti meg a higany. A hőmérséklet 0°C . A légköri levegő nyomása 76 cm-es higanyoszlop nyomásával egyenlő.

- Milyen magasan tölti meg a higany a csövet, ha azt függőlegesre állítjuk?
- Ezután hány fokos hőmérsékleten lesz a higany felső szintje 19 cm magasan?



2. Kondenzátor nagy területű lemezeinek távolsága $d=3$ cm. A lemezek közötti feszültségkülönbség $U=60\,000$ volt. Mekkora v sebességgel kell egy $Q=+4\cdot 10^{-3}$ coulomb töltésű, $m=5\cdot 10^{-6}$ kg tömegű apró testet vízszintesen, d lemeztávolság fele magasságában a homogén térbe belőni, hogy az egyik kondenzátorlemezt $h=12$ cm távolságban érje el?

3. Az 1 méter hosszú, mindkét végén zárt cső bal oldali, 0,5 méter hosszú részében higany, a jobb oldali 0,5 méter hosszú részében 10^5 Pa nyomású levegő van. A cső a függőleges 00 tengely körül vízszintes síkban $1,154\text{ s}^{-1}$ frekvenciával körbe forog.

A higany sűrűsége $13,6\text{ g/cm}^3$.

a) Hol helyezkedik el a higany?

b) Vizsgáljuk meg az egyensúlyi helyzet stabilitását!

4. Egy $r=1$ méter sugarú, $m=5$ kg tömegű abroncs kerületére ugyancsak $m=5$ kg tömegű nehezéket erősítettünk. Az abroncsot vízszintes síkra helyezzük. A súrlódás elhanyagolható. $g=10\text{ m/s}^2$. Kezdő helyzetben a nehezék legfelül van. Ekkor az abroncsot elengedjük.

- Mekkora az abroncs középpontjának a gyorsulása, amikor a nehezék a középponttal egyező magasságban van?
- Mekkora erővel nyomja ekkor az abroncs a talajt?

A négy feladat mindegyikéért 2 pont járt, a maximális pontszám 8 lehetett. Be kellett küldeni minden olyan dolgozatot, amelynek összpontszáma elérte a 4-et. A tanárok pontozását a versenybizottság átvizsgálta. Erre azért van szükség, mert ugyanazon hibákért ugyanazt a pontszámot kell levonni, és előre nem lehet tudni, milyen egyforma hibák fognak jelentkezni. Ebből a szempontból egységesíti a bizottság a beküldött dolgozatok pontszámát.

A II. csoportból 2518 tanuló versenyzett; 275 dolgozat érte el a 4-es pontszámot. Tekintve azt, hogy az első két feladat elég könnyű volt, és már két sikeres megoldással el lehetett érni a 4-et, ez a szám elég alacsony. Mindössze 3 versenyző érte el a maximális pontszámot, aminek oka a 4. feladat nehézsége volt. De a könnyebb 3. feladatot is kevesen oldották meg. A bizottság 75 versenyzőt hívott be a második fordulóra, azokat akik elérték az 5,5 pontszámot. A 75 versenyző közül 29 volt budapesti és 46 vidéki.

A III. csoportban 2095 tanuló versenyzett, és mindhárom feladatot 8 tanuló oldotta meg. Összesen 438 dolgozatot küldtek be, ami ugyancsak elég kevés a versenyzők létszámához képest. A bizottság azokat a tanulókat hívta be, akik elérték az 5,5 pontszámot, számszerint 105-öt (közülük 36 volt budapesti és 69 vidéki).

Megemlítendő, hogy az első fordulóra a bizottság olyan feladatokat tűz ki amelyek tananyagát a III. osztályosok is megismerték a verseny időpontjáig.

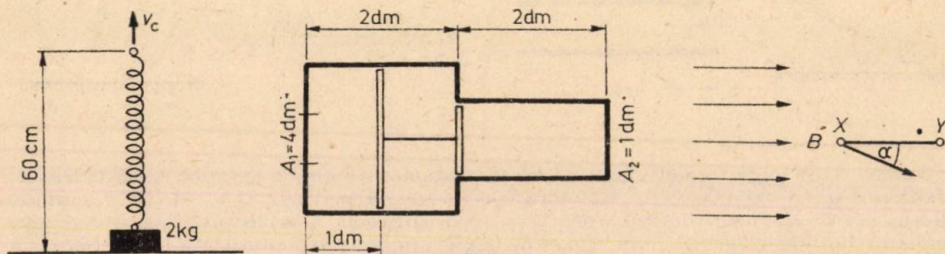
A második fordulóra március 9-én került sor, és feladatai a következők voltak:

1. Egy rugó nyújtatlan hossza $L_0 = 0,6$ méter, rugóállandója $D = 80$ N/m. A rugó alsó végét a talajon fekvő $m = 2$ kg tömegű testhez erősítjük, felső végét a test felett tartjuk nyújtatlan állapotban, 0,6 méter magasan. Ezután a rugó felső végét $v_0 = 0,5$ m/s állandó sebességgel emeljük. $g = 10$ m/s².

a) Milyen magasan van a test 1,75 s múlva?

b) Mennyi munkát végeztünk ezalatt?

c) Milyen függvény szerint változik a teljesítmény az idő függvényében?



2. Adva van egy kettős dugattyúrendszer az ábra szerinti elrendezésben. A falak és a dugattyúk hőszigetelők. Kezdetben a három térrész mindegyikében a levegő nyomása 20 N/cm², hőmérséklete 0°C . A bal oldali térrészben elhelyezett izzószálát rövid ideig fűtjük, ennek következtében a dugattyúk 5 cm-rel jobbra tolódtak.

a) Mekkora a kialakult új nyomások?

b) Mennyi hőt adott át az izzószál?

A levegő sűrűsége normál állapotban $1,3$ g/dm³, fajhője állandó térfogaton $0,7$ J/gK, állandó nyomáson $0,98$ J/gK.

3. A $B = 0,02$ tesla indukciójú homogén mágneses térben ugyanazon az erővonalon két pont van egymástól $XY = L = 10$ cm távolságban. Az X ponton 800 volt feszültséggel felgyorsított elektron halad át, sebessége az erővonalakkal α szöget zár be. Mekkora legyen az α szög, hogy az elektron Y ponton is áthaladjon?

Az elektron töltése $1,6 \cdot 10^{-19}$ coulomb, tömege $9 \cdot 10^{-31}$ kg.

Mindkét forduló feladatainak a megoldását a Középiskolai Matematikai Lapok egyik száma közli.

A második forduló dolgozatait a versenyzők név nélkül, kódszámmal megjelölve adták be, és a kódszámok felfedése csak akkor történt, amikor a bizottság már meghozta határozatát a harmadik fordulóra való behívás és a dícsérek ügyében.

A II. csoportban az első feladatra 12, a másodikra 15, a harmadikra 37 teljes megoldás érkezett. A III. csoportban az első feladatot 19, a másodikat 31, a harmadikat 70 versenyző oldotta meg elfogadhatóan. Meglepő, hogy az első feladat sokkal nehezebbnek, a harmadik sokkal könnyebbnek bizonyult, mint ahogyan az várható volt.

A harmadik kísérleti forduló április 26-án folyt le Budapesten, az ELTE Általános Fizikai Intézetében. Erre a II. csoportból 10, a III. csoportból 14 versenyző kapott behívást a második fordulóban elért eredményeik alapján. Válatlanul sajnálatos helyzet, hogy technikai okokból a harmadik fordulón csak kevés versenyző vehet részt. A feladat az volt, hogy megfigyeléseik, méréseik alapján becsüljék meg azt az áramerősséget, amely a szóban forgó szupravezetőben folyt, amikor a kis mágnes lebegve tartja. A II. csoportban a bizottság csak 9 díjat, helyezést osztott ki, mert az egyik behívott versenyző ebben a harmadik fordulóban nagyon gyenge eredményt mutatott fel. A verseny részleteit lapunk közli.

A II. csoport versenyének eredménye:

- I. díj: *Drasny Gábor*, Budapest, Fazekas Mihály Gimn. IV. o. t., tanára: Horváth Gábor.
II. díj: *Keleti Tamás*, Budapest, Fazekas Mihály Gimn. IV. o. t., tanára: Horváth Gábor.
III. díj: *Andrejkovics István*, Debrecen, Tóth Árpád Gimn. IV. o. t., tanára: Kovács Miklós.

Helyezettek (sorrendben):

4. *Bartucz János*, Budapest, I. István G. IV. o. t., t.: Cseh Géza. 5. *Bordás Ferenc*, Szeged, Radnóti Miklós G. III. o. t., t.: Dudás Zoltánné és Győri István. 6. *Asztalos Balázs*, Budapest, I. István G. IV. o. t., t.: Cseh Géza. 7. *Tavaszi Gábor*, Miskolc, Földes Ferenc G. IV. o. t., t.: Dolák Gabriella és Zsudel László. 8. *Lencse Gábor*, Győr, Révai Miklós G. III. o. t., t.: Jagudits György és Takács István. 9. *Késmárki Szabolcs*, Kecskemét, Bányai Júlia G. III. o. t., t.: Borsos Ferenc.

Elsőfokú dícséretet kaptak (egyenlő helyezésben):

Hidvégi Zoltán, Budapest, Árpád G. III. o. t., t.: Szücs Zsuzsanna. *Szabó Szilárd*, Budapest, Apáczai Csere János G. III. o. t., t.: Holics László. *Ábel István*, Budapest, Fazekas Mihály G. III. o. t., t.: Horváth Gábor. *Komorowicz Erzsébet*, Budapest, Fazekas Mihály G. III. o. t., t.: Tóth László. *Tóth Bálint*, Budapest, Fazekas Mihály G. III. o. t., t.: Tóth László. *Fekete Zoltán*, Debrecen, Fazekas Mihály G. III. o. t., t.: Takács Kálmán és Koós István. *Somjai Ellák*, Pápa, Türr István G. III. o. t., t.: Dankó Ferenc.

Másodfokú dícséretet kaptak (egyenlő helyezésben):

Ráduly Zoltán, Budapest, Árpád G. III. o. t., t.: Szücs Zsuzsanna. *Tornyai Lajos*, Budapest, Fazekas Mihály G. III. o. t., t.: Tóth László. *Novák Attila*, Budapest, Tancsics Mihály G. III. o. t., t.: Holicsné Cs. Gabriella. *Petrovics Iván*, Budapest, Berzsényi Dániel G. IV. o. t., t.: Hubert Györgyné és Istók Katalin. *Károlyi Antal*, Budapest, I. István G. III. o. t., t.: Moór Ágnes. *Verhás István*, Budapest, I. István G. IV. o. t., t.: Cseh Géza. *Péter Tamás*, Budapest, Radnóti Miklós G. III. o. t., t.: Tomcsányi Péter. *Mészáros Zsuzsa*, Budapest, Jedlik Ányos G. IV. o. t., t.: Kovacsics Csaba és Szegedi Györgyi. *Mimon Tibor*, Pécs, Nagy Lajos G. III. o. t., t.: Kállai Miklósné. *Seres Árpád*, Békéscsaba, Rózsa Ferenc G. III. o. t., t.: Simon Imréné. *Péter István*, Miskolc, Földes Ferenc G. III. o. t., t.: Zámboreszky Ferenc. *Szabó Lajos*, Szeged,

Radnóti Miklós G. IV. o. t., t.: Meleg István. *Béltéki Gusztáv*, Szeged, Radnóti Miklós G. IV. o. t., t.: Meleg István. *Szekeres Csaba*, Székesfehérvár, Teleki Blanka G. III. o. t., t.: Mihályi Gyula. *Vesz Imre*, Győr, Révai Miklós G. III. o. t., t.: Takács István. *Siklér Ferenc*, Győr, Révai Miklós G. III. o. t., t.: Takács István és Székely László. *Rozgonyi György*, Debrecen, Tóth Árpád G. IV. o. t., t.: Baló Péter. *Kemecsei Zsolt*, Komárom, Jókai Mór G. III. o. t., t.: Némédi István és Sebestyén Józsefné. *Csordás Zoltán*, Esztergom, Dobó Katalin G. III. o. t., t.: Litvai János. *Magyarfalvi Gábor*, Esztergom, Dobó Katalin G. III. o. t., t.: Litvai János. *Heltai Pál*, Gödöllő, Török Ignác G. III. o. t., t.: Vancsó Imréné. *Barcza Zoltán*, Bonyhád, Petőfi Sándor G. III. o. t., t.: Jurisits József és Hortobágyi János. *Perédy Csaba*, Veszprém, Lovassy László G. IV. o. t., t.: Lőrentei Tamás. *Káldi Gábor*, Zalaegerszeg, Zrínyi Miklós G. III. o. t., t.: Juhász Tibor.

A III. csoport versenyének eredménye

- I. díj: *Miskolczi Norbert*, Pécs, Leőwey Klára Gimn. IV. o. t., tanára: Simai Margit.
 II. díj: *Hauer Tamás*, Budapest, Apáczai Csere János Gimn. IV. o. t., tanára: Kelemen László.
 III. díj: *Csáki Csaba*, Budapest, Apáczai Csere János Gimn. IV. o. t., tanára: Kelemen László.

Helyezettek (sorrendben):

4. *Wolkensdorfer Péter*, Székesfehérvár, József Attila G. IV. o. t., t.: Perepatitsné Majorovics Margit. 5. *Kullai Gábor*, Budapest, Apáczai Csere János G. IV. o. t., t.: Zsigri Ferenc. 6. *Rösner Vilmos*, Budapest, Apáczai Csere János G. IV. o. t., t.: Kelemen László. 7. *Bodrogi Péter*, Miskolc, Földes Ferenc G. IV. o. t., t.: Zámboreszky Ferenc és Szepessy Zoltánné. 8. *Kégl Balázs*, Budapest, Apáczai Csere János G. IV. o. t., t.: Zsigri Ferenc. 9. *Lakó Sándor*, Kecskemét, Katona József G. IV. o. t., t.: Szablics Bálint. 10. *Kiss Tamás*, Budapest, József Attila G. IV. o. t., t.: Tóth Eszter.

Elsőfokú dicséretet kaptak (egyenlő helyezésben):

Lévay Ákos, Budapest, Apáczai Csere János G. III. o. t., t.: Flórik György. *Gurzó József*, Budapest, Fazekas Mihály G. IV. o. t., t.: Horváth Gábor. *Olay Csaba*, Budapest, Radnóti Miklós G. IV. o. t., t.: Gulyás János. *Horváth Zoltán*, Kecskemét, Katona József G. IV. o. t., t.: Német Ágnes. *Virág Zoltán*, Székesfehérvár, Teleki Blanka G. IV. o. t., t.: Ponáczy Ferenc. *Derényi Imre*, Győr, Révai Miklós G. IV. o. t., t.: Székely László és Takács István. *Németh László*, Győr, Révai Miklós G. IV. o. t., t.: Székely László és Takács István. *Lang András*, Győr, Révai Miklós G. IV. o. t., t.: Székely László, Jagudits György és Takács István. *Zeke Sándor*, Debrecen Kossuth Lajos G. IV. o. t., t.: Nagy Lászlóné és Farkas József. *Lucz András*, Kaposvár, Tancsics Mihály G. IV. o. t., t.: Drankovics József.

Másodfokú dicséretet kaptak (egyenlő helyezésben):

Szondy György, Budapest, Toldy Ferenc G. IV. o. t., t.: Kővári Zsolt, *Gilányi Attila*, Budapest, Apáczai Csere János G. IV. o. t., t.: Kelemen László. *Szilák Zsolt*, Budapest, Apáczai Csere János G. IV. o. t., t.: Zsigri Ferenc. *Ágoston Péter*, Budapest, Apáczai Csere János G. IV. o. t., t.: Zsigri Ferenc. *Zétényi Miklós*, Budapest, Piarista G. IV. o. t., t.: Görbe László. *Domokos Péter*, Budapest, Ságvári Endre G. IV. o. t., t.: Honyek Gyula. *Fucskár Attila*, Budapest, Kaffka Margit G. IV. o. t., t.: Jánosi Ilona. *Sebestyén Zoltán*, Budapest, Radnóti Miklós G. IV. o. t., t.: Gulyás János. *Kása Attila*, Kecskemét, Katona József G. IV. o. t., t.: Szablics Bálint. *Major László*, Leninváros, Kun Béla G. IV. o. t., t.: Raffener Ördög Veronika. *Bőrszőnyi Tamás*, Szerencs, Bocskai István G. IV. o. t., t.: Tokaji Lília. *Nagy Norbert*, Székesfehérvár, József Attila G. IV. o. t., t.: Gacs Antalné és Szénássy Mihály. *Pethő Gábor*, Győr, Révai Miklós G. IV. o. t., t.: Németh Lajos, Székely László és Takács István. *Szabó György*, Eger, Gárdonyi Géza G. IV. o. t., t.: Szabó Miklós és Leitner Györgyné. *Konkoly Thege Szabolcs*, Salgótarján, Bolyai János G. IV. o. t., t.: Molnár Györgyné. *Kádár Márton*, Kaposvár, Tancsics Mihály G. IV. o. t., t.: Szántó László. *Lescsinszky Péter*, Szolnok, Verseyhy Ferenc G. IV. o. t., t.: Sebestyén István. *Reiser Gábor*, Bonyhád, Petőfi Sándor G. IV. o. t., t.: Jurisits József és Hortobágyi János.

Beszámoló az 1987/88. évi OKTV harmadik (gyakorlati) fordulójának feladatairól

1. A FELADAT

A gyakorlati fordulót — hasonlóan mint az előző években — idén is az ELTE TTK Általános Fizika Tanszékén rendezték meg. A feladat egy kicsiny mágnes — szupravezető gyűrű feletti — lebegtetésének — bemutatása, és a szupravezető kerámiagyűrű áramának becslése volt.

A tanulói munka megkezdése előtt a gyakorlatvezető tanár mutatta be kivetítéssel — minden versenyző számára jól láthatóan — a szupravezetés „alapkísérletét”, a folyékony nitrogénben lehűtött szupravezető fölött lebegő mágneset. Ezt követően a tanulók elfoglalták a sorsolással kijelölt munkahelyeket, ahol a következő eszközök voltak:

- 1 db szupravezető kerámiagyűrű. (Belső átmérője 4 mm, a külső 8 mm. Magassága 5 és 10 mm között volt.)
 - 1 db $1 \times 2 \times 8$ mm méretű téglatest alakú kobalt-szamárium mágnes. (Vasreszelékes erővonal ábrából megállapítottuk, hogy a legnagyobb lapjára merőlegesen mágnesezett.)
 - 1 db hőszigetelő műanyag habból (hungarocell) készített kocka alakú tartó, belesüllyesztett műanyag edénnyel (fali konnektordoboz).
 - 1 db függőleges síkú, 10 cm átmérőjű, 50 menetes keskeny tekercs, állványon.
 - 1 db vastag kartonból (presspan) hajlíttott „ingatest” a tetejébe ragasztott (már említett méretű és anyagú) mágnessel.
 - 1 db, az „ingatest” alátámasztására szolgáló, változtatható magasságú sárgaréz tű.
 - 1 db, az ingatest készítéséhez használt presspanból vágott kb. 7×20 cm méretű lap, szélén kifűrva, cérnahurokkal ellátva.
 - 1 db 20 grammos mérőszű.
 - 1 db közepén átfúrt hurkapálca, vízszintes tengely (gombostű) körül forgathatóan Bunsen-állványba rögzítve.
 - 1 db kb. 30 cm hosszú, 4—5 ohm ellenállású kantálhuzal, banánhüvelyekkel rajztáblára rögzítve, csúsztható „csokoládé csatlakozó”-val ellátva.
 - 1 db tápegység (TANÉRT „tápegység 1” típus).
 - 1 db árammérő műszer (TANÉRT „voltax 7” típus).
 - 1 db mm beosztású műanyag vonalzó.
 - 1 db stopper, 0,2 s leolvasású.
- Valamint az alább olvasható írás:

FELADATLAP

az 1988. évi Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny harmadik
(gyakorlati) fordulójához

A laborvezető egy, a szupravezetéssel kapcsolatos kísérletet mutatott be.

FELADATOK:

1. Ismételje meg a kísérletet a munkahelyén rendelkezésére álló eszközökkel, és mutassa be a gyakorlatvezetőnek. Figyelje meg a mágnes lebegését!
2. Határozza meg a lebegtetett mágnes dipólmomentumát! A munkahelyén található keskeny, két végén lehajlíttott műanyag lemezcsík közepére ugyanolyan mágnes van felragasztva, mint amilyen a lebegtetési kísérletben használt.
A keskeny körtekercs 50 menetes.
A téglatest alakú kis mágnes tömege 0,05 g, mágnesezettségének iránya a legnagyobb lapra merőleges.
Az ólom súlya tömege 20 g.

3. Mérései és megfigyelései alapján becsülje meg, hogy a lebegtetési kísérlet során mekkora áram folyt a szupravezető gyűrűben!

Megjegyzés:

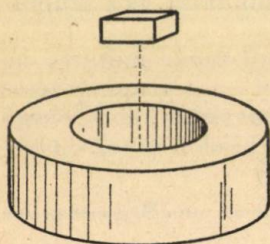
A kísérlethez, a méréshez csak a munkahelyen rendelkezésre bocsátott eszközöket használhatja.

A mérési eredmények kiértékeléséhez, értelmezéséhez bármely magával hozott anyagot (könyv, jegyzet stb.) és számológépet használhat.

Mérési jegyzőkönyvét áttekinthető, rendezett formában adja be. A gondatlanságból vagy ügyetlenségből károsodott eszközöket nem tudjuk pótolni.

A feladatok megoldására 4 óra tiszta idő állt rendelkezésre.

2. A MÉRÉSI FELADAT MEGOLDÁSA



1. ábra

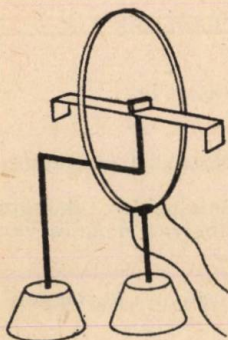
Az 1. feladatot tanári felügyelet mellett — mindenki sikeresen elvégezte. Ismételten felhívtuk a versenyzők figyelmét a mágnes alapos megfigyelésére. A mágnes 2—3 mm magasan lebegett a szupravezető gyűrű felett (1. ábra).

A probléma logikai gerincét az 1. és a 3. feladat képezte, vagyis az, hogy a szupravezető felett lebegő mágnes megfigyelésével kellett becslést adni a kerámiagyűrűben folyó áram erősségére. Minthogy a becsléshez szükség van a kis mágnes dipólmomentumának ismeretére, azért a 2. kérdés (burkoltan és segítő szándékkal) erre irányítja a figyelmet. A tényleges mérési feladat tehát a dipólmomentum meghatározása volt, azért figyelmeztettük a versenyzőket, hogy olyan áramerősség-becslést, amely nem támaszkodik mérési adatokra, nem fogadunk el.

2.1. A mágneses dipólmomentum meghatározása

A rendelkezésre álló eszközök szinte sugallták, hogy a versenyzők a dipólmomentumot „lengetéses” módszerrel határozzák meg: A kicsiny mágnes egy keskeny, hajlított kartonlapra ragasztva a körtekercs középpontjában irányítúként lengethető (2. ábra).

2. ábra



A $\vec{B}$ mágneses indukciójú térbe helyezett $\vec{\mu}$ dipólmomentumú mágnesre ható forgatónyomaték:

$$\vec{M} = \vec{\mu} \times \vec{B},$$

így a forgási rezgéseket végző lengő test mozgásegyenlete:

$$\Theta \ddot{\varphi} = -\mu B \sin \varphi,$$

ami kis szögkitérések esetén a

$$\Theta \ddot{\varphi} = -\mu B \varphi$$

alakra egyszerűsödik. Ebből a lengő test rezgésidejére

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\Theta}{\mu B}}$$

adódik. Minthogy az I áramtól átfolyt N menetes R sugarú keskeny tekercs középpontjában a mágneses indukció az R sugarú körvezető

$$B = \mu_0 \frac{I}{2R}$$

mágneses indukciójának (1) N -szeresével közelíthető, azért a lengésideő és a tekercs árama között a

$$T = C \frac{1}{\sqrt{I}}$$

összefüggés (egyenes arányosság) adódik, ahol

$$C = 2\pi \sqrt{\frac{2R\Theta}{\mu_0 N \mu}}$$

A lengésideőt különböző áramerősségek mellett mérve a C állandó a

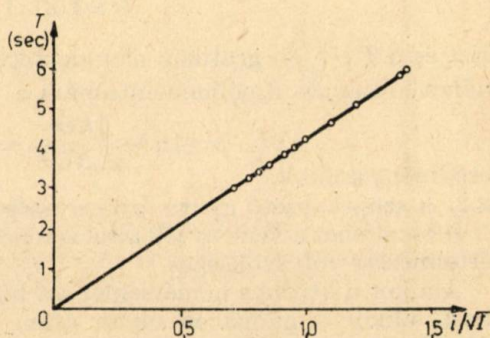
$$T = \frac{1}{\sqrt{I}}$$

3. ábra

grafikon/egyenes meredekségéből meghatározható. Ebből — mivel itt a keresett μ mellett csupa mérhető mennyiség szerepel — a dipólmomentum meghatározható.

A 3. ábra egy méréssorozat pontjaira illesztett egyenest mutat. Ebből az irányítványozó:

$$C = 3,9 \cdot s \cdot A^{\frac{1}{2}}$$

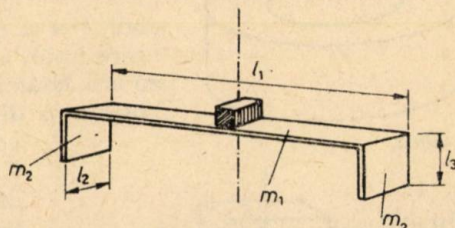


Az egyenes nem pontosan az origóból indul, mert a lengésideőt a környezet mágneses tere kissé befolyásolja. Ezt a hatást azonban csak kis áramerősségek esetében érdemes figyelembe venni. (Az $R=5$ cm sugarú, $I=1$ A áramtól átjárt $N=50$ menetszámú körtekercs középpontjában a mágneses térerősség 500 A/m, míg a Föld mágneses terének vízszintes térerősségkomponense csupán 16 A/m.)

2.1.1. A lengő test tehetetlenségi nyomatékának meghatározása

A dipólmomentum meghatározására ismernünk kell a C konstansban szereplő tehetetlenségi nyomatékot. Ez a 4. ábra szerint jól közelíthető egy m_1 tömegű rúd és két m_2 tömegű tömegpont tehetetlenségi nyomatékának összegével:

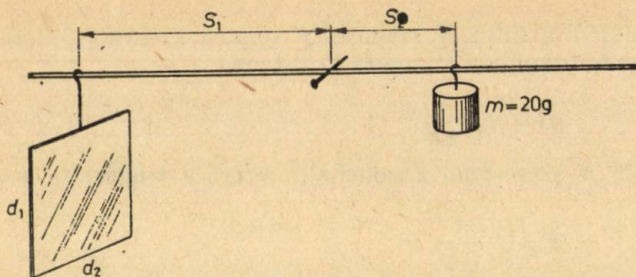
$$\Theta = \frac{1}{12} m_1 l_1^2 + 2m_2 \frac{l_1^2}{4}$$



4. ábra

A közelítést az indokolja, hogy a lengő test l_2 szélessége az l_1 hosszúsághoz képest kicsiny. (A Steiner-tételt felhasználó pontos számítás eredménye — a mi esetünkben — csak kb. 1 %-kal nagyobb a közelítő értéknél.)

Az m_1 és az m_2 tömegek meghatározásához a versenyzőknek észre kellett venniük, hogy a kiadott eszközök között található Presspan lemez anyaga és



5. ábra

vastagsága az ingatest anyagával és vastagságával megegyezik. Az ismert területű lemez tömegét a hurkapálcás „mérleggel” (kétkarú emelő) lehetett megmérni (5. ábra), és egységnyi területének tömegéből a lengőtest résztömegei már számíthatók voltak.

Adatainkkal a lengőtest tehetetlenségi nyomatéka

$$\Theta = 10,7 \cdot 10^{-7} \text{ kg m}^2.$$

Ezt és a $T - \frac{1}{\sqrt{I}}$ grafikon meredekségének értékét $\left(C = 3,9 \text{ s A}^{\frac{1}{2}}\right)$ felhasználva a mágnes dipólmomentumára a

$$\mu = 4\pi^2 \frac{2R\Theta}{\mu_0 N C^2} = 4,35 \cdot 10^{-3} \text{ Am}^2$$

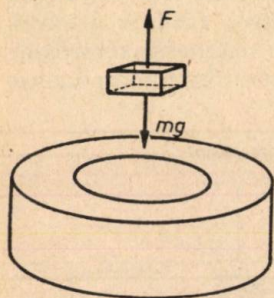
eredmény adódik.

2.2. A szupravezető gyűrű áramerősségének becslése

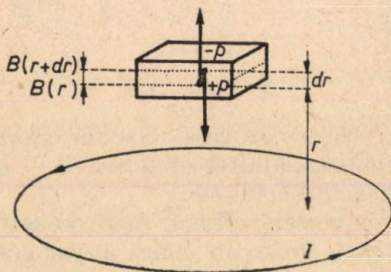
A becsléshez a versenyzők által is reprodukált „lebegtetési kísérlet” kvalitatív értelmezése volt szükséges.

Amikor a kritikus hőmérséklet alá hűtött kerámiagyűrűre ejtjük a kis mágneset, akkor a gyűrűben olyan áram indukálódik, amely mágneses terével gátolja az áramot keltő hatást, vagyis a kis mágneset taszítja. Minthogy a szupravezetés miatt az áramerősség nem csökken, azért a taszítóerő folyamatosan működik, és megfelelő magasságban — éppen egyenlő lehet a mágnesre ható nehézségi erővel. Ezért lebeg a mágnes a szupravezető gyűrű felett (6. ábra).

6. ábra



7. ábra



Az áramerősség becsléséhez a kialakult erőegyensúlyt kell mennyiségileg megfogalmazni:

$$F = mg,$$

ahol F a μ mágneses momentumú m tömegű mágnesre ható, a szupravezető mágneses terétől származó erő. Számításához — átmenetileg — tételezzük fel hogy a μ dipólmomentumot két, egymástól dr távolságban elhelyezkedő p póluserősségű E -i és D -i mágnespólus hozza létre. Ha a dipól már beállt a tér irányába, akkor a rá ható erő az

$$F = p[B(r) - B(r + dr)]$$

összefüggéssel adható meg, ahol $B(r)$ a szupravezető fölött r magasságban lévő mágneses indukció (7. ábra).

Mivel dr kicsiny, azért az F erőt első közelítésben az

$$F = -p \frac{dB}{dr} \cdot dr = -\mu \frac{dB}{dI}$$

alakban írhatjuk fel. Látható, hogy végül is nincs szükség az ideiglenesen bevezetett „póluserősség” fogalmára.

A feladat kritikus pontja a szupravezető gyűrű mágneses terének leírása. Kézenfekvőnek tűnik, hogy a szupravezetőben létrejött örvényáramot egyetlen, a gyűrű külső sugarával egyező R sugarú körárammal modellezzük. Ez esetben a gyűrű síkjától r távolságra lévő tengelypontban a mágneses tér indukcióját a

$$B(r) = \mu_0 \frac{R^2 I}{2(r^2 + R^2)^{3/2}}$$

formulával adhatjuk meg (2). Ennek megfelelően az erő:

$$F = \frac{3}{2} \mu_0 \frac{IR^2 r}{(r^2 + R^2)^{5/2}}.$$

Ezt az egyensúlyi egyenletbe írva és onnan az I áramerősséget kifejezve az

$$I = \frac{2mg(r^2 + R^2)^{5/2}}{3\mu_0 R^2 r \mu}$$

összefüggéshez jutunk, amiből adatainkkal az

$$I = 3,8 \text{ A}$$

értéket kapjuk.

3. NÉHÁNY ZÁRÓ MEGJEGYZÉS

3.1. A feladat megoldásához szükséges ismeretek egy része — úgy tűnik — meghaladja a középiskolai tananyag kereteit. Ez részben igaz is, mert pl. a körvezető tengelypontjában lévő mágneses indukció nagyságának ismerete — bár a Biot—Savart-törvényből egyszerűen levezethető — nem tartozik a törzsanyaghoz. A levezetést nem vártuk el, hiszen a szükséges formulákat a versenyzők a szabadon használható könyvekben, táblázatokban stb. megtalálhatták.

3.2. Nagyobb gondot okozhatott az erőhatásra vonatkozó

$$F = -\mu \frac{dB}{dr}$$

közelítés jogosságának felismerése és az ezt követő derivális elvégzése. Ez azonban — mint a következőkből kitűnik — nem feltétlenül szükséges.

A kis mágnes dipólmomentumát ($\mu = 0,00485$ amperméternégyszet) a téglatest legrövidebb élének hosszával (1 mm) osztva a mágnes (póluserősségét) jó közelítéssel megkaphatjuk. A lebegés állapotában mindkét pólus a köráramként modellezett szupravezető tengelyében van, az egyik a 4 mm sugarú gyűrű síkja fölött kb. 3 mm-re, a másik pedig 1 mm-rel magasabban. Ezek az adatok a pólusok helyén lévő mágneses indukció már idézett

$$B(r) = \mu_0 \frac{R^2 I}{2(r^2 + R^2)^{3/2}}$$

formulájába helyettesítve gradiens képzés nélkül teszik lehetővé az áramerősség becslését.

3.3. A két részletben behívott 24 versenyző közül a feladatot (majdnem) hibátlanul csak ketten oldották meg. A többség azonban csak a kis mágnes dipólmomentumának meghatározásáig jutott el. A legtöbb gondot a lebegő mágnesre ható erők számítása okozta. A mértékrendszer nem következetes használatából még az érdemi munkát végző versenyzők között is — numerikus hibák adódtak. Néhányan nem érzik az adatok grafikus feldolgozásának szükségességét, pedig a már 16 év óta megrendezett gyakorlati versenyfordulókról e folyóiratban is megjelent beszámolóinkban és egy ezeket feldolgozó írásunkban (4) rendszeresen felhívjuk erre a figyelmet.

3.4. Az első magas hőmérsékletű ($T_c = 35$ K) szupravezető anyagot Tadnorz és Müller fedezte fel 1986-ban (3). A két kutató ezért 1987-ben Nobel díjat kapott. Az általunk használt kerámia szupravezető az ő felfedezésük nyomán kifejlesztett, jelenleg a legjobbnak tartott ún. 1—2—3 anyagból ($Y_1Ba_2Cu_3O_7$) készült.

Az ún. elsőfajú szupravezetők áramát jól lehet egyetlen körárammal modellezni. A versenyfeladatban használt szupravezető kerámia vezetési mechanizmusának elmélete azonban még tisztázatlan.

4. Köszönetnyilvánítás

A tanulmányi versenyben használt szupravezető kerámia tulajdonságainak vizsgálata a kísérleti fizikusok számára jelenleg az egyik legvonzóbb kutatási terület. Ezért hangsúlyozottan mondunk köszönetet azoknak a fizikus kollégáknak, akik a versenyhez szükséges szupravezető kerámiagyűrűket és a kis mágneseket — anélkül, hogy a versenyfeladatot ismerték volna — készséggel bocsátották rendelkezésünkre. A kis, rendkívül erős kobalt-samarium mágneseket Senkáurik Sándornak (Vasipari Kutatóintézet), a kerámiagyűrűket pedig Balanyi Szilveszternek (Kőbányai Porcelángyár) köszönjük.

IRODALOM

- [1] Budó A.: Kísérleti Fizika II., Tankönyvkiadó, Budapest, 1968. 129. oldal.
- [2] Budó A.: Kísérleti Fizika II., Tankönyvkiadó, Budapest, 1968. 129. oldal.
- [3] Bednerz—Müller: Possible high T superconductivity in the Ba—La—Cu—O system. Z. Phys. B. — Condensed Matter 64, 189—193, (1986).
- [4] Bérces Gy.—Főzy I.—Juhász A.—Tasnádi P.: Kísérleti Versenyfeladatok. Oktatókutató Intézet, Budapest, 1988.

Kvantummechanikai és szilárdtest-fizikai regionális felmérés gimnáziumokban

Előzmények

Modern fizikát középiskolában világviszonylatban is csak mintegy három évtizede tanítanak. Hazánkban a kvantumelmélet alapjaira épülő anyagszerkezet első tanítási kísérletei 1970-ben kezdődtek. Ezekre a kísérletekre mi is bekapcsolódtunk (1, 2, 3). A kísérletek pozitív tapasztalatai alapján a kvantummechanika és a szilárdtest-fizika bizonyos elemei az általánosan kötelező gimnáziumi tanterv szerves részeivé váltak. Azonban az 1984/85-ös tanévtől országosan bevezetett új IV. osztályos gimnáziumi tanterv és tankönyv szükségszerűen megőrizte a kísérleti oktatás sok hibáját, így a tényleges iskolai gyakorlatban tanító tanárok-ellenük sok jogos kifogást emeltek. Országos fizikatanári ankétok fórumain, iskolai jelentésekben szóltak a tanítás nehézségeiről. Ezek alapján megkezdődött a gimnáziumi fizikatanítás korrekciója (4). Ennek alap gondolata a *folyamatos fejlesztés stratégiája*, ami a mindennapi gyakorlat folyamatos korrigáló szerepére épül. A folyamatos fejlesztéshez szükséges a tanulói teljesítmények objektív módszerrel történő mérése. E nagy feladat egy részét végeztük el 1986 tavaszán, amikor megvizsgáltuk, hogy az *oktatási kísérlet során használt két feladatlapunkat milyen eredménnyel oldják meg a tényleges iskolai gyakorlatban*, a reform teljessé válásának második évében a tanulók.

1. Az ellenőrző felmérés körülményei

Objektív felmérési adatokat kívántunk szerezni arra vonatkozóan, hogy 1986 tavaszán milyen mértékben sajátítanak el bizonyos kvantummechanikai és szilárdtest-fizikai ismereteket a gimnáziumok IV. osztályos tanulói. Az ellenőrző felmérés eredményét össze akarjuk hasonlítani a kilenc évvel korábbi oktatási kísérletünk eredményeivel, ezért az 1976/77-es tanévben használt feladatlapok közül írtunk meg kettőt: az alapvető kvantummechanikai ismeretekre vonatkozó feladatlapot „Atomfizika 1” jelzéssel és a szilárdtestek elektromos és optikai tulajdonságainak ismeretét vizsgáló feladatlapot „Atomfizika 2” jelzéssel. A régi feladatlapokat kicsit módosítanunk kellett, mert az 1985/86-os tanévben érvényben levő tankönyv a kísérleti tankönyvtől eltérő módon dolgoz fel néhány részterületet. A két új feladatlap (amelyet megkülönböztetésül a továbbiakban felmérőlapnak nevezünk) valamennyi kérdése a gimnáziumi törzsanyagra vonatkozik, és az érvényben levő tankönyv alapján megválaszolható.

A gimnáziumi negyedik osztályosokból vett minta kiválasztásánál nem követtük a szokásos véletlen kiválasztási módszereket, hanem gyakorlati szempontok vezettek bennünket. Csupán három megye — Zala, Vas és Győr-Sopron megye — gimnáziumaiban vizsgálódunk, itt azonban a felmérőlapok megíratásánál teljességre törekedtünk: valamennyi negyedik osztályos tanulóval megírtuk vagy az Atomfizika 1., vagy az Atomfizika 2. felmérőlapot. Okulva az oktatási kísérletek tapasztalataiból, most már csak minimális

mértékben kívántuk megzavarni a tanítás rendjét, ezért csupán egyetlen tanítási órát kértünk a felmérésre, és mindenkivel csak egy felmérőlapot íratunk meg. Ha a szaktanár alkalmas időben tudta elvégezni a felmérést, és a megoldások eredményességére is kíváncsi volt, akkor akár érdemjegyet is adhatott a tanulók munkájára, és így már nem is nevezhető felmérésünk a tanítási folyamat megzavarásának. Mind a 23 gimnáziumba személyesen vittem el a felmérőlapokat, és a megyei művelődési osztályvezetők elvi hozzájárulása alapján szóban kértem az igazgatók engedélyét a felmérés elvégzéséhez. Az engedélyt minden iskolában megkaptam. Ezután a szaktanárokkal megbeszéltem a felmérés megíratásának körülményeit. A megíratásra határidőt nem szabtuk, de kértük, hogy az Atomfizika tankönyvi fejezet lezárása után, és ha lehet, akkor a tavaszi szünet előtt végezzék el a felmérést. A legtöbb iskolában teljesíteni tudták a feltételeket. Néhány helyen fordult elő, hogy a tavaszi ünnepek és a honvédelmi napok miatt a szünet után, illetve a Magfizika fejezet tanulása közben írták meg a felmérést. Ez utóbbi tény csak a tanulói válaszok szóhasználatára volt hatással, az átlagos teljesítményekhez képest lényeges teljesítménycsökkenő hatása nem volt.

Minden tanárnak körlevelet, részletes javítási és pontozási útmutatót adtunk, amely szinte szó szerint tartalmazta azokat a tankönyvi mondatokat, amelyek segítségével a kérdések megválaszolhatók. A felmérőlapok javítását nem kértük a kollégáktól, ezt mi oldottuk meg saját javítással, illetve főiskolai hallgatók bevonásával. Valamennyi felmérőlapot — javítással vagy anélkül — visszakértünk.

A kiértékelt mintába már nem került be valamennyi tanuló dolgozata az alábbi okok miatt:

1. Egy igazgató levélben jelezte, hogy „fizikus kollégánk a szűk időkeretre hivatkozva nem tudja megíratni a megbeszélte felmérő dolgozatot”.
2. Két gimnáziumból nem érkeztek vissza a felmérőlapok, és nem jött semmi-féle levél vagy jelzés sem.
3. Két iskola csak az összesítő kiértékelő lapokat küldte vissza, a megíratott és kijavított felmérőlapokat nem. Mivel nem állt módunkban a javítás szigorúságának ellenőrzése és a feladatmegoldások részletes elemzése, ezért a szám-szerű összegnél is figyelmen kívül hagytuk ezeket az iskolákat.
4. Egy iskola csak a felmérőlapok felét küldte vissza.
5. Egy gimnázium valamennyi osztályában csak az Atomfizika 1. felmérőlapot írták meg a következő indoklással: „A megbeszéléstől kicsit eltérve a fizika munkaközösség úgy határozott, hogy a dolgozatok eredményeit nem veszi figyelembe, ezért azokat javítatlanul küldjük el. Ezen elhatározás abból ered, hogy az egyik kérdéscsoport teljes egészében, és a másik is nagy részében olyan, hogy csak fakultáción tanítják. Ez az oka különben annak, hogy minden osztály ugyanazt a típusú dolgozatot írta.”
6. Nem kerültek be az értékelésbe azok a felmérőlapok, amelyeket az adatok összesítésének befejezése után, javítatlanul kaptunk meg az iskoláktól. Mindössze 25 osztály dolgozatát javították ki a szaktanárok, ez a 73 vizsgált osztály 34 %-a. Idézek egy kísérő levélből: „A javításra azonban sem időnk, sem energiánk nem maradt. Tanulóink válaszainak értékeléséhez szeretnénk ismét megjegyezni a következőket: — heti 2 órában igyekeztünk megtanítani az egyébként 3—4 órára tervezett tananyagot; — a kérdésekben szereplő anyagrész már időben távolinak tűnt a tanulóknak, ezért nem szívesen elevenítették fel a régebbi fejezeteket.”

2. A felmérőlapok felépítése és százalékos megoldási eredményei

A feladatlapok szövegei:

1. FELADATLAP

(Atomfizika 1.)

Kérjük, hogy indokolja is az egyes kérdésekre adott válaszait!

- 1.1. Véleménye szerint az elektroncsöveket tervező mérnök „golyónak” vagy hullámnak tekinti-e az elektronokat?
- 1.2. Vonjuk be gondolatban fluoreszkáló anyaggal azt a felfogóernyőt, amelyen a keresztezett optikai rácsokkal végzett kísérlet során az ábrán is látható interferenciakép; az „interferencia-foltrendszer” megjelent!
Figyeljük egyetlen folt helyét!
Küldjünk át fotonokat a keresztezett rácson egyesével!
Mit tapasztalunk a megfigyelt helyen az 1., 2., a 3. és az n. foton megérkezésekor?
- 1.3. Érvényes-e a méteres nagyságrendű, nagy testekre is a Broglie-törvény?
- 1.4. Mit értünk az atom alapállapotán?
- 1.5. Milyen természettörvények játszanak szerepet a hidrogénatom kialakulásakor?
- 1.6. Milyen természettörvénnyel magyarázható az a tény, hogy a testek nagymértékben összenyomhatatlanok, bár tömegük lényegében az atomhoz képest igen kicsi atommagokban van koncentrálna?
- 1.7. Milyen természettörvények játszanak szerepet a hidrogénmolekula kialakulásakor?
- 1.8. Van-e kapcsolat a hidrogéngáz kibocsátási vonalas színképe és az elektron hullám-tulajdonsága között?
- 1.9. Mit nem ért atomfizikából?
Sorolja fel problémáit!
Írhat olyan kérdésről is, ami sokáig foglalkoztatta, de azután saját magától, vagy valakinek a segítségével „rájött” a megoldásra.

Ismét kérjük, hogy válaszait indokolja is!

Köszönjük munkáját!

2. FELADATLAP

(Atomfizika 2.)

Kérjük, hogy indokolja is az egyes kérdésekre adott válaszait!

- 2.1. Írja le a megengedett és a tiltott energiasávok definícióját!
- 2.2. Tudjuk, hogy az elektroncsövekben (vákuumcsövekben) az anód gyűjti össze az elektronokat.
Okoz-e változást az elektron által felvehető energiaértékekben az a körülmény, hogy az elektronhullám vákuumból szilárdtestbe lépett?
- 2.3. Mely sávok teszik lehetővé a szilárdtest elektromos vezetését?
- 2.4. Mi történik az elektronokkal a szilárdtestbe vezetésekor?
- 2.5. Mechanikai hatásokkal átalakíthatunk-e egy félvezetőt vagy szigetelőt vezető-képesség szempontjából fémes tulajdonságú anyaggá?
- 2.6. Félvezetőkben a vezetési sáv elektronja rövid időn belül visszakerül a betöltött sávba, megszüntetve ott egy lyukat. Milyen formában jelenik meg az eközben leadott, a tiltott sáv szélességének megfelelő energia?
- 2.7. Ha szemünk csak az infravörös fényre lenne érzékeny, akkor készíthetnénk-e ablakainkat szilíciumlapokból? Miért?
- 2.8. Tudjuk, hogy a vezetők ellenállása függ a hőmérséklettől. Hogyan magyarázza azt a jelenséget, hogy a hőmérséklet emelkedésével a fémes vezetők ellenállása nő, a nemfémes vezetők pedig csökken?
- 2.9. Mit nem ért atomfizikából?
Írhat olyan kérdésekről is, ami sokáig foglalkoztatta, de azután saját magától, vagy valakinek a segítségével „rájött” a megoldásra.

Ismét kérjük, hogy válaszait indokolja is!

Köszönjük munkáját!

Az első, a kvantummechanikai felmérőlap 1. és 2. feladata a hullám és részecske modellfogalmak ismeretét és alkalmazását vizsgálja, az 1. feladat direkt, a 2. feladat indirekt módon. A 595 értékelt gimnáziumi tanuló összesített átlageredménye jól mutatja, hogy az ismeretek alkalmazására csak kis-mértékben képesek a tanulók. A direkt kérdésnél a megoldási % 49, az indirekt 2. kérdésnél pedig csupán 13.

A 3. feladat a de Broglie-törvény érvényességi körével foglalkozik. A 35 %-os összesített eredményt nem tartjuk kielégítőnek.

A 4. feladat az atomi alapállapot definíciójának leírását kéri. Amint az várható volt, ennél a feladatnál voltak legeredményesebbek a tanulók. Az eredmény 54 %.

Az 5., 6. és 7. feladat megoldásához válogatni kell a tanult természettörvények között. A tanulók az 5. és 7. feladatnál támaszkodhatnak az emlékeztükre, míg a 6. feladat alkotó gondolkodást kíván. Ez látszik a megoldásokból is: a 6. feladatnál a megoldási % 31, míg az ötödiknél 45, a hetediknél pedig 38.

A 8. feladat logikai kapcsolatok megtalálását vizsgálja. Ennek megfelelően az összesített átlageredmény csupán 21 %.

A második, a szilárdtest-fizikai felmérőlap 1. feladata a vezetési és a tiltott sáv definíciójának leírása, így nem meglepő az összesített 80 %-os megoldási eredmény, amely összesen 398 gimnáziumi tanuló megoldásának átlaga.

A 2. feladat megoldása a tanult modellek értelemszerű használatát követeli meg, ezért itt csupán 11 %-os az átlageredmény.

A 3. feladat a tanulók ismereteinek rendszerezését kívánja; az elért átlageredmény 16 %.

A 4. feladat azt vizsgálja, hogy a tanult modellek a tanulók szemléletének részévé váltak-e. Az átlagmegoldás 19 %-os.

Az 5. és a 7. feladat megoldásához a tanult ismeretek alkotó alkalmazása kell, ennek megfelelően alacsony a megoldási %; 14, illetve 18.

A 6. feladat megoldásához egy ismert gondolatsort a reciprocitási logikai művelettel visszafelé kell lepergetni. A 398 tanuló átlagmegoldása 20 %-os.

A 8. feladat helyes megoldásához a hatások erősségének összehasonlítására van szükség. Az itt elért eredmény ugyancsak 20 %-os.

Mindkét felmérőlap 9. kérdésére válaszolva az első feladatlapon a tanulók 36 %-a a másodikon a 18 százalékkuk írt problémáiról.

Valamennyi feladat megoldásának figyelembevételével az első felmérőlapnál 35 ± 17 %-os az átlageredmény, míg a másodiknál ugyanez az érték 23 ± 12 %.

Az eredmények értékelésekor az osztályok eredményeit iskolánként összevontuk, és először maximum négy csoportot képeztünk: az 1. és 2. felmérőlap megoldásait külön vizsgáltuk az általános tantervű, és külön a faktos csoportokban, majd feladatlaponként összevontuk a két csoport eredményeit. Ezeket az összevont eredményeket adtuk meg eddig.

Az egyes csoportok százalékos eredményeit iskolánkénti és feladatonkénti bontásban az 1—4. táblázat tartalmazza. Ezeket az értékeket az egyes tanulók eredményeiből programozható zsebszámológéppel számítottuk.

Az itt közreadott kiértékelés után valamennyi visszaküldött dolgozatot értékeltünk. Megnyugtatóra szolgált, hogy az utólag kijavított dolgozatok megoldási átlagértékei a korábbi eredmények szóráshatárain belül voltak.

Az 1—4. táblázatban alkalmazott kódok jelentése

5. Mosonmagyaróvár, Kossuth Lajos Gimnázium
6. Győr, Kazinczy Ferenc Gimnázium
7. Győr, Révai Miklós Gimnázium
9. Pannonhalma, Bencés Gimnázium
10. Szombathely, Nagy Lajos Gimnázium
11. Szombathely, Kanizsai Dorottya Gimnázium
13. Körmend, Kölcsey Ferenc Gimnázium
14. Celldömölk, Berzsenyi Dániel Gimnázium
15. Kőszeg, Jurisits Miklós Gimnázium
16. Szentgotthárd, Vörösmarty Mihály Gimnázium
18. Nagykanizsa, Landler Jenő Gimnázium
22. Zalaegerszeg, Zrínyi Miklós Gimnázium
23. Zalaszentgrót, Béri-Balogh Ádám Gimnázium

Az ellenőrző felmérés feladatainak megoldása (Százalékban kifejezett iskolai szintű eredmények)

1. táblázat

1. FELADATLAP
Általános tanterv szerint tanulók

Kód	Lét- szám	A feladat sorszáma								Átlag
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	
5.	49	36	15	29	51	52	35	27	20	32
6.	25	31	19	21	54	19	18	11	5	20
7.	68	59	6	53	79	53	34	46	26	39
9.	20	28	12	18	38	26	18	23	15	22
10.	51	60	26	60	55	84	34	58	33	50
11.	56	69	10	19	48	40	35	39	17	34
14.	21	13	2	33	57	43	24	35	6	25
15.	39	62	14	27	52	46	41	54	15	38
16.	20	33	3	7	22	7	5	9	2	11
18.	44	44	8	33	44	17	8	14	19	23
22.	42	51	16	72	68	61	45	46	18	47
23.	18	30	7	8	60	34	2	29	6	22
Össz.: 453		49	11	31	53	45	29	36	18	34

2. táblázat

1. FELADATLAP
Fakultatív tanterv szerint tanulók

Kód	Lét- Szám	A feladat szorszáma								Átlag
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	
5.	10	39	28	36	58	50	50	39	25	40
6.	2	42	0	25	75	0	67	39	0	21
7.	36	57	13	67	61	47	41	50	21	42
9.	17	32	20	22	53	31	25	26	37	30
10.	14	40	17	20	28	50	30	42	28	40
11.	5	60	33	30	70	13	60	43	60	45
14.	3	75	28	78	72	78	78	89	50	68
15.	9	52	17	44	44	38	50	56	17	39
16.	2	100	0	50	33	17	34	34	0	31
18.	25	48	17	39	48	27	24	27	34	33
22.	12	64	32	88	79	92	58	57	36	64
23.	7	36	10	43	64	45	33	57	36	40
Össz.: 142		50	18	47	55	44	39	43	29	40

3. táblázat

2. FELADATLAP
Általános tanterv szerint tanulók

Kód	Lét- szám	A feladat sorszáma								Átlag
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	
6.	21	76	1	9	7	10	12	1	12	14
7.	63	83	15	16	19	16	18	17	22	23
9.	13	62	6	13	22	15	17	18	23	20
10.	35	100	1	10	19	7	18	23	11	22
13.	19	88	12	25	11	17	10	8	18	19
14.	20	59	22	20	23	8	23	13	8	20
15.	36	89	6	19	6	7	15	10	9	18
16.	16	48	8	13	7	4	14	3	6	12
18.	40	61	5	13	8	11	23	12	23	19
Össz.: 263		78	9	15	14	11	17	14	16	19

4. táblázat

2. FELADATLAP
Fakultatív tanterv szerint tanulók

Kód	Lét- szám	A feladat sorszáma								Átlag
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	
6.	3	8	11	17	11	17	22	22	22	17
7.	41	94	23	23	35	28	33	44	39	37
9.	18	69	21	15	26	19	31	16	33	27
10.	24	98	12	17	34	11	33	33	22	30
13.	5	90	20	37	60	27	37	37	30	40
14.	3	100	22	72	44	50	67	67	39	55
15.	12	90	11	14	28	22	25	18	19	27
16.	4	75	13	29	33	25	13	0	29	25
18.	25	64	7	19	14	16	24	9	36	22
Össz.: 135		83	16	21	30	21	30	28	32	30

5. táblázat

Az oktatási kísérlet és az ellenőrző felmérés megfelelő feladatainak százalékos megoldási eredményei *K*: az oktatási kísérlet idején, *E*: az ellenőrző felméréskor

FELADATLAP

	1.		2.		Összesen	
	K	E	K	E	K	E
FAKT	47	40	37	30	42	36
NORMÁL	52	34	56	19	54	28
ÖSSZESEN	50	35	53	25	52	31

3. Az ellenőrző felmérés összefoglaló értékelése

1. Felmérőlapjaink százalékos megoldási eredményei szerint a gimnáziumi tanulók kvantummechanikai és szilárdtest-fizikai ismeretei nagyon hiányosak. A 5. táblázat az ellenőrző felmérés főbb eredményeit és az oktatási kísérlet megfelelő eredményeit tartalmazza. A kísérleti eredményekhez képest mintegy 20 százaléknyi a tanulói teljesítmények csökkenése.
2. A feladatmegoldások — itt nem közölt — minőségi elemzése azt mutatta, hogy az oktatási kísérlet eredményei alapján tett általánosító, pozitív következtetésekkel ellentétben a jelenlegi tényleges iskolai gyakorlatban sem a kvantummechanikai, sem pedig a szilárdtest-fizikai fogalmak a legtöbb tanulónál nem váltak problémák megoldására alkalmas eszközzé.

A mutatkozó ellentmondást azzal próbáljuk feloldani, hogy a kvantummechanikai és szilárdtest-fizikai ismeretek tanításának jelenlegi iskolai gyakorlata nem megfelelő. A tényleges tanítási gyakorlatban a kvantummechanikai és a szilárdtest-fizikai ismeretek elsajátításának feltételei nagyon sok tekintetben nem egyeznek az oktatási kísérletnek az általános gyakorlatnál jobb feltételeivel (tanár, óraszám, kísérleti eszközök és lehetőségek, más tantárgyak terhelő hatása, más társadalmi körülmények). A gimnáziumi fizikatanítás eredményességének fokozására azt javasolhatjuk, hogy ténylegesen is kísérletező, induktív jellegűvé kell tenni a fizikatanítást.

Jelentős mértékben csökkentett, de részletesebben feldolgozott tananyagot kell tanítani, időt hagyva a fogalmak kialakulásához, sok gyakorlási lehetőséget biztosítva a teljes megértéshez, a bevéséshez.

IRODALOM

- Kedves F.—Kovács L.: Concept of Solids in Physics Curriculum. Structure of Matter in the School, 149, Budapest, 1978.
- Kovács L.: Szilárdtest-fizika tanítása a gimnáziumban. I., II. A Fizika Tanítása 19. 1, 33 (1980).
- Kovács L.: Az anyagszerkezet taníthatóságának kísérleti vizsgálata a gimnáziumban. Pedagógiai Szemle 30, 1012 (1980).
- Gecső E.: A gimnáziumi fizika korrekciója. A Fizika Tanítása 25, 70 (1986).
- Kovács L.: Gimnáziumi tanulóink kvantummechanikai és szilárdtest-fizikai ismeretei. Fizikai Szemle (megjelenés alatt).

A fizikai látásmód fejlesztése a középiskolai tehetséggyondozó foglalkozásokon

Mechanikai problémák

Az alábbi feladatok a tanulók tanórán tanult ismereteinek új rendezőelvek szerinti mozgósítását kívánják, s ezáltal alakítják fizikai látásmódjukat mélyebbé, alkotóbbá. Természetesen a közölt rendezőelvek alá egyéb, *más feladatok* is besorolhatók, valamint *más rendezőelveket* is ki lehet ragadni. A közölt feladatsor inkább ötletadásra szolgál, a teljességre törekvés igénye nélkül, mert szinte kimeríthetetlenek a lehetőségek ezen a téren.

I. A tankönyvek részletesen foglalkoznak a vonatkoztatási rendszerekkel. Ha erre annak idején nem fordíthattunk kellő időt, érdemes még egyszer, alaposan kitérni rá, mert a képességfejlesztés céljaira sok kiaknázható lehetőség rejlik a témában.

1. Feladatsor a lendületmegmaradás törvényének elmélyítésére

- a) $m_1 = 150$ kg tömegű csónak $v_1 = 3$ m/s sebességgel halad a tavon. Róla egy $m_2 = 60$ kg tömegű ember menetirányban a parthoz képest $v_2 = 6$ m/s sebességgel vízbe veti magát. Mekkora ebben a pillanatban a csónak sebessége?

Leugrás előtt a teljes lendület:

$$I_0 = (m_1 + m_2)v_1.$$

A leugrás pillanatában a csónak sebessége legyen u a parthoz képest. Ekkor az egyes lendületek:

$$\begin{aligned} I_1 &= m_1 u & I_2 &= m_2 v_2 \\ (m_1 + m_2)v_1 &= m_1 u + m_2 v_2 \\ u &= \frac{(m_1 + m_2)v_1 - m_2 v_2}{m_1} \\ u &= 1,8 \text{ m/s.} \end{aligned}$$

- b) $m_1 = 150$ kg tömegű csónak $v_1 = 3$ m/s sebességgel halad a tavon. Róla egy $m_2 = 60$ kg tömegű ember menetirányban, a csónakhoz képest $v_2 = 6$ m/s sebességgel vízbe veti magát. Mekkora ebben a pillanatban a csónak sebessége?

A leugrás előtti teljes lendület:

$$I_0 = (m_1 + m_2)v_1.$$

Ha a csónak kérdéselt sebessége u , a csónak lendülete a leugrás után:

$$I_1 = m_1 u.$$

A test leugrás utáni lendületére több feladatgyűjteményben hibásan $m_2(v_1 + v_2)$ szerepel. Ez azért helytelen, mert mire a csónakon az ember eléri a csónakhoz viszonyított v_2 sebességet, a kölcsönhatási erő miatt a csónak már nem v_1 sebességgel halad, hanem u lesz a pillanatnyi sebessége. Így

$$I_2 = m_2(u + v_2)$$

$$(m_1 + m_2)v_1 = m_1 u + m_2(u + v_2), \text{ melyből}$$

$$u = \frac{(m_1 + m_2)v_1 - m_2v_2}{m_1 + m_2}$$

$$u = 1,286 \text{ m/s.}$$

A feladatok alapján tudatosítandó: az $m_1(v_1 + v_2)$ helyett az

$$m_2(u + v_2) \text{ a helyes érték!}$$

- c) Egy űrhajós a $v_1 = 17\,750 \text{ m/s}$ sebességű űrhajóból kilépve pisztolyából $v_2 = 500 \text{ m/s}$ sebességű, $m_2 = 0,01 \text{ kg}$ tömegű golyót lőtt ki menetirányban. Mennyit távolodott el az űrhajótól 10 perc alatt, ha össztömege 100 kg volt?

Mire a golyó eléri a v_2 torkolati sebességet, az űrhajós közben lelassul, tehát az előző b) feladat problémakörével állunk szemben. Az ott kapott képletbe helyettesítve

$$u = 17749,95 \text{ m/s, vagyis a lemaradási sebesség}$$

$$v_l = 0,05 \text{ m/s}$$

Így a 10 perc alatti lemaradás 30 m .

Ennek a feladatnak kapcsán érdemes bemutatni, hogy a vonatkoztatási rendszer megfelelő megválasztása esetén a numerikus számolás egyszerűsödhet! Ui. viszonyítsunk mindent az állandó sebességgel haladó űrhajóhoz!

Ekkor a kilövés előtti teljes lendület

$$I_0 = 0.$$

Lövés után az űrhajós sebessége legyen u , így lendülete

$$I_1 = m_1 u.$$

A golyó sebessége az űrhajóhoz viszonyítva $u + v_2$, így lendülete

$$I_2 = m_2(u + v_2)$$

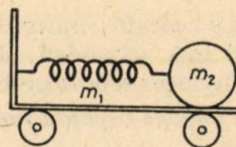
$$0 = m_1 u + m_2(u + v_2)$$

$$u = -\frac{m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

$$u = -0,05 \text{ m/s}$$

A feladat alapján tudatosítandó: Célszerű vonatkoztatási rendszer választása leegyszerűsítheti a számolást!

- d) Az $m_1 = 6 \text{ kg}$ tömegű kiskocsi a rajta levő $m_2 = 2 \text{ kg}$ tömegű golyóval $v_0 = 12 \text{ m/s}$ sebességgel halad a nyíl irányában. Az összekötött rugó kioldásakor 200 N átlagos erővel nyomja $0,5 \text{ s}$ -on át a golyót előre, a kocsit hátra. Mekkora lesz a kocsi és a golyó Földhöz viszonyított sebessége a szétlökődés után?



Az $F \Delta t = m \Delta v$ törvény szerint $\Delta v = 50 \text{ m/s}$ adódik a golyó sebességváltozására. De mihez viszonyítva?

A kocsihoz viszonyítva nem, mert a szétlökődés alatt a kocsi nem inerciarendszer, a Newton-törvény itt nem alkalmazható a fenti formában. Az eredmény inerciarendszerben érvényes. Ha viszont egy inerciarendszerben 50 m/s a sebességváltozás, akkor bármely inerciarendszerben ugyanennyi.

1.* Legyen a Föld a választott inerciarendszer.

Szétlökés előtt a teljes lendület

$$I_0 = (m_1 + m_2)v_0$$

Szétlökés után a kocsi sebessége u , lendülete $I_1 = m_1 u$,
a golyó lendülete, mivel sebessége $v_0 + \Delta v$,

$$I_2 = m_2(v_0 + \Delta v)$$

$$(m_1 + m_2)v_0 = m_1 u + m_2(v_0 + \Delta v)$$

$$u = \frac{(m_1 + m_2)v_0 - m_2(v_0 + \Delta v)}{m_1}$$

$$u = -\frac{14}{3} \text{ m/s} = -4,67 \text{ m/s.}$$

A golyó sebessége

$$v_0 + \Delta v = 62 \text{ m/s.}$$

2*. Legyen a feladatban a vonatkoztatási rendszer a talaj helyett a kocsi eredeti v_0 sebességével haladó inerciarendszer!

A golyó és kocsi kezdősebessége ehhez viszonyítva 0, így

$$I_0 = 0$$

Szétlökődés után — mivel az inerciarendszerre vonatkozó sebességváltozás $\Delta v = 50 \text{ m/s}$ — a golyó sebessége $v_2 = 50 \text{ m/s}$, lendülete

$$I_2 = m_2 v_2.$$

Ha a kocsi sebessége a szétlökődés után a vonatkoztatási rendszerünkben u , lendülete

$$I_1 = m_1 u$$

$$0 = m_1 u + m_2 v_2$$

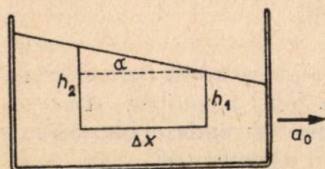
$$u = -\frac{m_2 v_2}{m_1}$$

$$u = -\frac{50}{3} \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Értékeljük eredményünket a Földhöz viszonyítva is!

Mivel rendszerünk a Földhöz viszonyítva 12 m/s sebességgel előre halad, s hozzá képest a kocsi hátra $\frac{50}{3} \text{ m/s}$ sebességgel, a Földhöz képest — $\frac{14}{3} \text{ m/s}$ hátrafelé irányuló sebességet kapunk. A golyó rendszerünkhöz viszonyítva 50 m/s sebességű, de rendszerünk a Földhöz képest 12 m/s sebességű, így tényleges sebessége 62 m/s .

A feladat kapcsán tudatosítandó: Az inerciarendszerek egyenértékűek!



2. Feladatok ugyanazon probléma megoldására inerciarendszerekből és gyorsuló vonatkoztatási rendszerekből

a) Egy folyadékos tartálykocsi egyenes vonalú egyenletesen gyorsuló mozgást végez a_0 gyorsulással. Milyen helyzetet foglal el a folyadék felszíne eközben?

1*. Inerciarendszerekből nézve

A folyadék belsejében kijelölt Δx hosszúságú folyadékhasáb is a_0 gyorsulással halad, a gyorsítóerő a két oldalfalon jelentkező hidrosztatikus nyomóerők

különbségből ered. Hogy ebből a haladás irányába mutató eredő mozgatóerő legyen, $h_2 > h_1$ kell legyen.

$$F_2 = Ap_2$$

$$F_1 = Ap_1$$

Az eredő erő

$$F_2 - F_1 = A(p_2 - p_1) = A\rho g(h_2 - h_1)$$

$$a_0 = \frac{\Sigma F}{m} \text{ alapján a gyorsulás nagyságára}$$

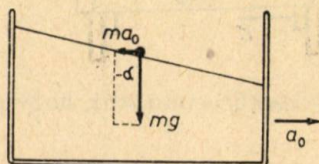
$$a_0 = \frac{A\rho g(h_2 - h_1)}{A\rho \Delta x} = \frac{g(h_2 - h_1)}{\Delta x} \text{ adódik.}$$

Ebből

$$\frac{h_2 - h_1}{\Delta x} = \frac{a_0}{g}, \text{ azaz } \operatorname{tg} \alpha = \frac{a_0}{g}$$

2*. A kocsi gyorsuló rendszeréből nézve

Itt a folyadék nyugalomban van. Egy kiválasztott felszíni részecskére a nehézségi erőn túl az ma_0 nagyságú tehetetlenségi erőt is fel kell venni, mely a mozgásiránnyal ellentétes irányú. A felszín a két erő eredőjének hatásvonalára merőlegesen áll be.



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{ma_0}{mg} = \frac{a_0}{g}$$

b) Mekkora maximális sebességgel haladhat R görbületi sugarú vízszintes síkú kanyarban a csille kocsija, ha a sínek távolsága $2d$ és a kocsi súlypontja h magasságban van a sínek felett?

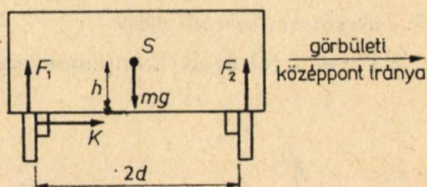
1*. Inerciarendszerből nézve

A K erőt a külső sín fejti ki. F_1 és F_2 a nyomóerők.

A tömegközéppont mozgásegyenlete $\Sigma F = m a$, ezt komponensekre bontva az alábbi egyenleteket kapjuk:

$$mg - F_1 - F_2 = 0 \quad (1)$$

$$K = m \frac{v^2}{R} \quad (2)$$



(A körpálya miatt a a centripetális gyorsulás!)

Ha $\Sigma F = 0$ volna, a ΣM forgatónyomatéki egyenlet bármely pontra felírva azonos értékű lenne. Mivel $\Sigma F \neq 0$, a forgatónyomatéki egyenlet csak a tömegközéppontra (súlypontra) írható fel, s mivel a csille e pont körül nem forog, $\Sigma M = 0$, azaz

$$Kh + F_2 d - F_1 d = 0 \quad (3)$$

Ha a maximális sebességre gondolunk, akkor $F_2 = 0$ kell legyen. Ezt (1)-ben figyelembe véve $F_1 = mg$, majd ezt (3)-ban felhasználva

$$K = \frac{mgd}{h} \quad (4)$$

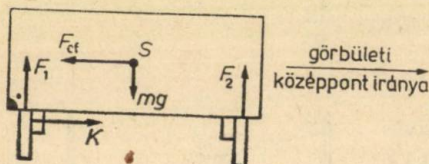
(4)-et (2)-ben felhasználva

$$\frac{mgd}{h} = m \frac{v^2}{R}, \text{ melyből}$$

$$v = \sqrt{\frac{gdR}{h}}$$

2*. Gyorsuló rendszerből nézve

A maximális sebességre gondolva $F_2 = 0$ most is fennáll. A jármű ebben a rendszerben nyugalomban van, és a ténylegesen ható erőkhez a centrifugális erőt is fel kell venni. A nyugalom miatt $\Sigma F = 0$, s ezért a $\Sigma M = 0$ feltétel is teljesül bármely pontra! Írjuk fel az utóbbi egyenletet a külső sín A pontjára!



Mivel F_1 és K forgónyomatéka zérus,

$$m \frac{v^2}{R} h - mgd = 0, \text{ melyből}$$

$$v = \sqrt{\frac{gdR}{h}}$$

(Célszerű bemutatni, hogy pl. S -re is felírhatjuk a $\Sigma M = 0$ egyenletet!

$$F_1 d - Kh = 0$$

De $\Sigma F = 0$ miatt $F_1 = mg$, valamint $K = m \frac{v^2}{R}$, s ezeket a nyomatéki egyenletbe írva már az előző egyenletet kapjuk.)

c) Az m tömegű, l magasságú korcsolyázó R sugarú körpályán mozog v sebességgel. Milyen szögben kell bedőlnie? (A korcsolyázó törzsét tekintjük homogén hengernek, karjainak tömegét hanyagoljuk el. Tegyük fel továbbá, hogy a pálya sugara jóval nagyobb, mint a korcsolyázó törzsének vízszintes vetülete!)

1*. Inerciarendszerből nézve

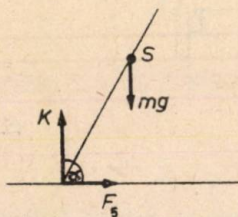
A $\Sigma F = m a$ feltételt komponensenként felírva

$$mg - K = 0 \quad (1)$$

$$F_s = m \frac{v^2}{R_0} \quad (2)$$

Mivel $\Sigma F \neq 0$ a forgatónyomatéki egyenlet csak a tömegközéppontra (súlypontra) írható fel, s mivel e körül nincs forgás, $\Sigma M = 0$:

$$K \frac{l}{2} \cos \alpha - F_s \frac{l}{2} \sin \alpha = 0 \quad (3)$$



$$(3)\text{-ből } \operatorname{tg} \alpha = \frac{K}{F_s}.$$

Felhasználva (1) és (2) eredményeket

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{R_0 g}{v^2}.$$

A pályasugarra tett feltétel miatt megengedtük azt a közelítést, hogy a körpályán mozgó test részecskéire ható eredő erőt — a centripetális erőt! — a tömegközéppontban vettük fel. (R_0 a tömegközéppont pályasugara.)

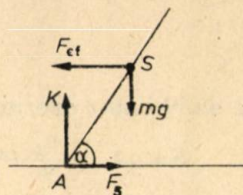
2* Együttmozgó rendszerből nézve

Most a $\Sigma F = 0$ feltétel teljesül.

A $\Sigma F = 0$ fennállása miatt $\Sigma M = 0$ is teljesül bármely pontra. Írjuk fel az A pontra!

$$F_{cf} \frac{l}{2} \sin \alpha - mg \frac{l}{2} \cos \alpha = 0$$

$$(3)\text{-ből} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{mg}{F_{cf}} = \frac{gR_0}{v^2}$$



(Célszerű bemutatni, hogy pl. S-re is felírhatjuk a forgatónyomatéki egyenletet!)

$$K \frac{l}{2} \cos \alpha - F_s \frac{l}{2} \sin \alpha = 0 \quad (1)$$

A $\Sigma F = 0$ feltételt komponensenként véve figyelembe:

$$mg - K = 0 \quad (2), \text{ és } F_{cf} = F_s \quad (3)$$

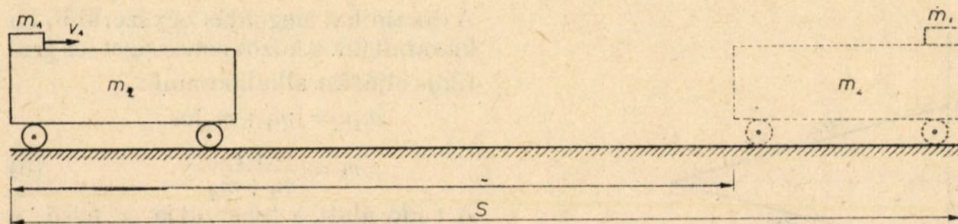
(2) és (3) felhasználásával (1)-ből

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{K}{F_s} = \frac{mg}{mv^2} = \frac{gR_0}{v^2}$$

A pályasugárra tett feltétel miatt megengedtük azt a közelítést, hogy a körpályán mozgó test részecskéire ható centrifugális erők eredőjét a tömegközéppontban vettük fel, melynek pályasugara R_0 .

II. További elmélyítési lehetőség kínálkozik olyan feladatok révén, melyek dinamikailag, illetve energetikailag is megoldhatók

1. $m_2 = 50$ kg tömegű kocsira $m_1 = 30$ kg tömegű homokzsák csúszik egy ívelt lejtőről $v_1 = 2$ m/s sebességgel, és rajta marad. Legalább mekkora volt a csúszási súrlódási együttható, ha a kocsi hossza 1 m? (A kocsi és a talaj között elhanyagolható a gördülő ellenállás.)



a) Dinamikai megoldás

Legyen s a kocsi útja a talajhoz, S a teher útja a talajhoz képest, amíg a test a kocsin nyugalomba kerül.

Az m_1 tömegű testet a súrlódási erő lassítja a_1 lassulással, míg az m_2 tömegű testet ugyanez az erő gyorsítja a_2 gyorsulással mindaddig, míg sebességük azonos lesz.

$$\mu m_1 g = m_1 a_1, \text{ ebből } a_1 = \mu g \quad (1)$$

$$\mu m_1 g = m_2 a_2, \text{ ebből } a_2 = \frac{\mu m_1 g}{m_2} \quad (2)$$

A t idő alatt előálló sebességek $v_1 - a_1 t$, illetve $a_2 t$, és ezek egyenlők:

$$v_1 - a_1 t = a_2 t,$$

melyből (1) és (2) felhasználásával

$$t = \frac{v_1}{\mu g \frac{m_1 + m_2}{m_2}} \quad (3)$$

Az előbbi ábra szerint $l = S - s$.

$$\begin{aligned} S = v_1 t - \frac{a_1}{2} t^2 &= v_1 \frac{v_1}{\mu g \frac{m_1 + m_2}{m_2}} - \frac{\mu g}{2} \frac{v_1}{(\mu g)^2 \frac{(m_1 + m_2)^2}{m_2^2}} = \\ &= \frac{m_2 v_1^2}{\mu g (m_1 + m_2)} - \frac{v_1^2 m_2^2}{2 \mu g (m_1 + m_2)^2} \end{aligned} \quad (4)$$

$$s = -\frac{a_2}{2} t^2 = -\frac{\mu m_1 g}{2 m_2} \cdot \frac{v_1^2}{(\mu g)^2 \frac{(m_1 + m_2)^2}{m_2^2}} = -\frac{m_1 m_2^2 v_1^2}{2 m_2 \mu g (m_1 + m_2)^2} \quad (5)$$

(4) és (5) felhasználásával

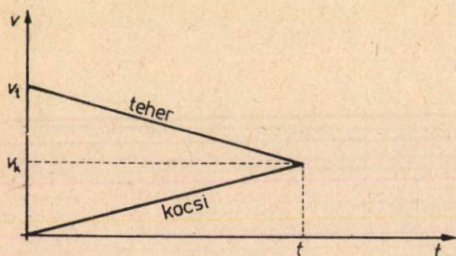
$$l = S - s = \frac{m_2 v_1^2}{2 \mu g (m_1 + m_2)}, \text{ melyből } \mu \text{ kifejezve:}$$

$$\mu = \frac{m_2 v_1^2}{2 g l (m_1 + m_2)}$$

A numerikus adatokkal:

$$\mu = \frac{0,125}{l}$$

Vagyis a teher nem csúszik le, ha $\mu \geq \frac{0,125}{1}$.



A dinamikai megoldás egyszerűbb, ha kiszámítjuk a közös sebességet, és grafikus eljárást alkalmazunk.

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_k$$

$$v_k = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} \quad (6)$$

A t idő alatt a teher útja a felső, a kocsi útja az alsó grafikon alatti terület mérőszáma. A két terület kü-

lönbségének mérőszáma a kocsi l hosszát adja:

$$l = \frac{v_1 \cdot t}{2}$$

A kocsi útját $s = \frac{a_2}{2} t^2$ adja, ahol

$$t = \frac{2l}{v_1}, \text{ és}$$

$$a_2 = \frac{v_k}{t} = \frac{m_1 v_1}{(m_1 + m_2) t} = \frac{m_1 v_1}{2l(m_1 + m_2)}$$

A kocs mozgását leíró (2) összefüggésben a_2 előző kifejezését figyelembe véve

$$\mu m_1 g = m_2 a_2 = m_2 \frac{m_1 v_1^2}{2l(m_1 + m_2)}, \text{ melyből}$$

$$\mu = \frac{m_2 v_1^2}{2gl(m_1 + m_2)}.$$

A feladat előző megoldása *inerciarendszerben* történt.

Érdemes kitérni a feladat megoldására a *mozgó kocs vonatkoztatási rendszerében* is, ezzel egyúttal szaporítva az I. fejezetben a vonatkoztatási rendszerekben való gondolkodást elmélyítő feladatok számát.

A kocs rendszerében a zsákra két erő hat:

a) A súrlódási erő: $\mu m_1 g$;

b) A talajhoz képest a_2 gyorsulással haladó kocsin mint gyorsuló vonatkoztatási rendszeren keletkező $m_1 a_2$ nagyságú és a kocs mozgásirányával ellentétes irányú inerciaerő.

Az említett két erő azonos irányú, így eredőjük:

$$F_0 = \mu m_1 g + m_1 a_2 \quad (7)$$

Ezen eredő erő az m_1 tömegű testen a kocsihoz viszonyítva

$$a_1 = \frac{\mu m_1 g + m_1 a_2}{m_1} = \mu g + a_2$$

gyorsulást létesít. Felhasználva a_2 (2) alatti értékét,

$$a_1 = \mu g \frac{m_1 + m_2}{m_2}$$

Az egyenletesen lassuló mozgás alapképletei alapján:

$$t = \frac{v_1}{a_1} = \frac{v_1 m_2}{\mu g (m_1 + m_2)}, \text{ és}$$

$$l = \frac{v_1 t}{2} = \frac{v_1}{2} \frac{v_1 m_2}{\mu g (m_1 + m_2)}.$$

Utóbbi egyenletből

$$\mu = \frac{m_2 v_1^2}{2gl(m_1 + m_2)}.$$

b) *Energetikai megoldás*

Alkalmazzuk a munkátételt a *talajhoz viszonyított* vonatkoztatási rendszerben.

$\Delta E_k = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_k^2$ adja a kinetikai energia változását, melyben vegyük figyelembe v_k (6) alatti értékét:

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) \frac{m_1 v_1^2}{(m_1 + m_2)^2} = \frac{m_1 m_2 v_1^2}{2(m_1 + m_2)}.$$

ΔE_k egyenlő a zsák csúszási súrlódási munkájával: $\mu m_1 g l$ -lel.

$$\frac{m_1 m_2 v_1^2}{2(m_1 + m_2)} = \mu m_1 g l, \text{ melyből}$$

$$\mu = \frac{m_2 v_1^2}{2gl(m_1 + m_2)}.$$

Alkalmazzuk a munkatételt a gyorsuló kocszi vonatkoztatási rendszerében!

A kocsihoz viszonyítva a zsák $\frac{1}{2} m_1 v_1^2$ mozgási energiával rendelkezik kezdetben, majd ez a kocsi végén — a kocsihoz viszonyítva — zérus lesz. Így változása

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} m_1 v_1^2$$

A munkatétel szerint ez a testre ható erők munkájával egyenlő. A testre ható erők eredője a gyorsuló rendszerben (7) szerint

$F_e = \mu m_1 g + m_1 a_2$, s ez l úton végez munkát:

$$(\mu m_1 g + m_1 a_2) l = \frac{1}{2} m_1 v_1^2.$$

Mivel a kocsi a_2 lassulása (2) szerint $a_2 = \frac{\mu m_1 g}{m_2}$, ennek figyelembevételével a munkatétel:

$$\left(\mu m_1 g + m_1 \frac{\mu m_1 g}{m_2} \right) \cdot l = \frac{1}{2} m_1 v_1^2, \text{ melyből}$$

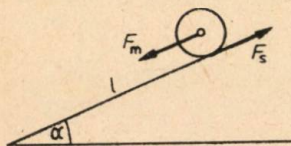
$$\mu = \frac{m_2 v_1^2}{2gl(m_1 + m_2)}.$$

2. Egy l hosszúságú, α hajlásszögű lejtő tetőpontjából egy r sugarú, m tömegű henger gördül le tiszta gördüléssel. Mekkora lesz a sebessége a lejtő alján?

a) Dinamikai megoldás

$$F_m = mg \sin \alpha$$

A mozgásegyenletek:



$$mgsin\alpha - F_s = ma$$

$$F_s r = \Theta B$$

$$a = rB$$

$$mgsin\alpha - F_s = ma$$

$$F_s r = \frac{1}{2} m r^2 \cdot \frac{a}{r}$$

$$mgsin\alpha - F_s = ma$$

$$F_s = \frac{1}{2} ma$$

$$mgsin\alpha - \frac{1}{2} ma = ma, \text{ melyből}$$

$$a = \frac{2gsin\alpha}{3}$$

Így

$$v = \sqrt{2 \frac{2gsin\alpha}{3} \cdot l} = 2 \sqrt{\frac{gsin\alpha l}{3}}.$$

b) Energetikai megoldás

A kezdeti helyzeti energia mozgási és forgási energiává alakul.

$$mgl sin\alpha = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} \Theta \omega^2 \qquad mgl sin\alpha = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} \frac{1}{2} m r^2 \omega^2$$

$\omega = \frac{v}{r}$ helyettesítésével, majd v kifejezésével:

$$v = 2 \sqrt{\frac{gl \sin \alpha}{3}}.$$

III. Tanulságos olyan feladatok keresése és megoldása, melyek elvileg hibásan megoldva a helyes megoldással azonos eredményekre vezetnek. 1. Gépkeci sebessége v , tömege m . Mekkora utat fut be a megállásig, ha — négy kerék fékezés esetén — a kerekek és az út közötti tapadási súrlódási erő egyenként F_1 nagyságú? A kerekek nem csúsznak meg!

a) Hibás megoldás

A súrlódási erő s úton hat. Megállásig a mozgási energia megváltozása $\frac{1}{2}mv^2$. A súrlódási erők munkája megegyezik a mozgási energia megváltozásával:

$$4F_1s = \frac{1}{2}mv^2$$

$$s = \frac{mv^2}{8F_1}.$$

A megoldás hibája, hogy a munkát csak azzal az úttal számolhatjuk, melyet a test azon pontjai tesznek meg, melyekben az erő kifejtés történik. A tisztán gördülő kerekeknek a talajjal érintkező pontjai a talajhoz képest azonban nem végeznek munkát (pl. a lejtőn tisztán legördülő test esetén sem számoltunk súrlódási munkát a II/2/b feladatban!).

b) A helyes megoldás

1*. A kerekek forgási energiáját elhanyagoljuk a koci teljes transzlációs energiájához képest (azaz $\frac{1}{2}\Theta\omega^2$ -ben $\Theta \sim 0$ -nak vehető!).

A kerék forgására vonatkozó egyenlet

$$M = \Theta\beta$$

A lassító forgatónyomaték a fékdobban jelentkező F_{cs} csúszási súrlódási erő következménye.

Az egyenletet egy kerék két fékdobjára felírva:

$$F_{cs}2r - F_1R = \Theta\beta \sim 0. \text{ Ebből}$$

$$F_{cs} = F_1 \frac{R}{2r}.$$

Egy fékdobban a súrlódási munka

$$W_{cs} = F_{cs} \cdot s'$$

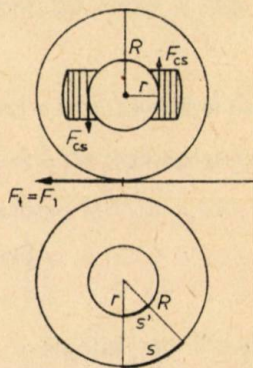
s' a talajon megtett úttal a következő kapcsolatban van:

$$\frac{s'}{s} = \frac{r}{R} \rightarrow s' = \frac{r}{R}s, \text{ így}$$

$$W_{cs} = F_1 \frac{R}{2r} \frac{r}{R} s = F_1 \frac{s}{2} \text{ egy fékdobban!}$$

A 8 fékdobban a teljes munka

$$8W_{cs} = 4F_1s.$$



Ez a munka emészti fel az $\frac{1}{2}mv^2$ mozgási energiát:

$$4F_1s = \frac{1}{2}mv^2$$

$$s = \frac{mv^2}{8F_1}$$

2*. A kerekek forgási energiáját nem hanyagoljuk el.
A forgómozgás alapegyenletét alkalmazzuk!

$$M = \Theta\beta$$

$$F_{cs}2r - F_1R = \Theta\beta.$$

$$\text{Innen: } F_{cs} = \frac{\Theta\beta + F_1R}{2r}.$$

4 kerék fékdobjain a súrlódási munka

$$W_{cs} = 8 \frac{\Theta\beta + F_1R}{2r} \cdot s', \text{ ahol } s' = s \frac{r}{R}.$$

$$W_{cs} = \frac{4(\Theta\beta + F_1R)s}{R}.$$

Ez a munka emészti fel az egész jármű translációs mozgási energiáját, valamint a 4 keréknek kerekenkénti $\frac{1}{2}\Theta\omega^2$ forgási energiáját.

Tehát:

$$\frac{4(\Theta\beta + F_1R)s}{R} = \frac{1}{2}mv^2 + 4 \cdot \frac{1}{2}\Theta\omega^2. \quad (1)$$

A külső kerületi pontokra gondolva $\beta = \frac{a}{R}$, ahol a az egész jármű lassulása, mely a kezdősebességgel így függ össze:

$$a = \frac{v^2}{2s}.$$

Ezt β előző kifejezésébe helyettesítve:

$$\beta = \frac{v^2}{2sR}.$$

ω is kifejezhető a kerületi pontok sebességével, azaz az egész jármű pillanatnyi sebességével: $\omega = \frac{v}{R}$.

β és ω utóbbi értékeit (1)-be írva:

$$\frac{4 \cdot \left(\Theta \frac{v^2}{2sR} + F_1R \right) \cdot s}{R} = \frac{1}{2}mv^2 + 2\Theta \frac{v^2}{R^2} \quad (2)$$

(2)-ből s -et kifejezve

$$s = \frac{mv^2}{8F_1}.$$

Eredményünkéből megállapítható, hogy jelen esetben a III megoldáshoz hasonló

$$4F_1s = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\Theta\omega^2 \text{ kiindulás}$$

(vagyis: a súrlódási munka a teljes energiát emészti fel!) formálisan sem vezet a helyes eredményre!

2. A rugóra függesztett test rezgésének vizsgálata.

1*. Arra a kérdésre, hogy egy rugón függő test miért végez harmonikus rezgőmozgást, a tanulók válasza: „A testet a rugóerő mozgatja, mely a kitéréssel arányos, és vele ellentétes értelmű”.

A test mozgása során valójában nemcsak a rugóerő hat, hanem egy állandó nagyságú erő is: a súlyerő!

Nem természetes, hogy ezen erő figyelmen kívül hagyásával, vagy figyelembe vételével egyező eredményekre jutunk!

Az *ábra* egy terheletlen rugót, egy m tömeggel terhelt magára hagyott rugót és egy m tömeggel terhelt, x távolságra továbbnyújtott rugót ábrázol.

A *b)* *ábra* szerint fennáll az

$$mg = D\lambda, \text{ ahol } D \text{ a rugóállandó.}$$

A *c)* *ábra* szerinti helyzetben az m tömegű testre $D(\lambda + x)$ erő hat felfelé, és mg nagyságú erő lefelé. Az eredő erő:

$$F_e = D(\lambda + x) - mg.$$

F_e kifejezését átalakítva, és az $mg = D\lambda$ egyenletet is figyelembe véve:

$$F_e = D\lambda + Dx - mg = mg + Dx - mg = Dx.$$

Vagyis valóban a kitéréssel arányos erő mozgatja az m tömegű testet! Az erő iránya a kitéréssel ellentétes is, így valóban a harmonikus rezgőmozgás dinamikai feltétele teljesül.

2*. Az előző 1*. fejezetbeli rugókkal kapcsolatban felvethető a következő kérdés: A *c)* *ábra* szerinti helyzetből elengedett rugónak hol lesz rezgés közben a felső szélső helyzete?

A kérdés megválaszolásánál a rugalmassági energia átalakulásai mellett a gravitációs térbeli magassági energiaváltozásokat is figyelembe kell venni.

A gravitációs térbeli magassági energia nullszintje legyen az m tömegű test *c)* *ábra* szerinti helyzetén átmenő vízszintes sík.

Tegyük fel, hogy a rezgő test maximális kitérése a nyugalmi helyzet (*b)* *ábra*!) felett x_0 lesz. A magassági energia értéke itt:

$$W = mg(x + x_0).$$

Az energiamegmaradás törvényét alkalmazva:

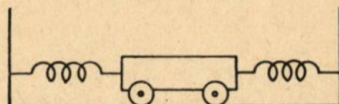
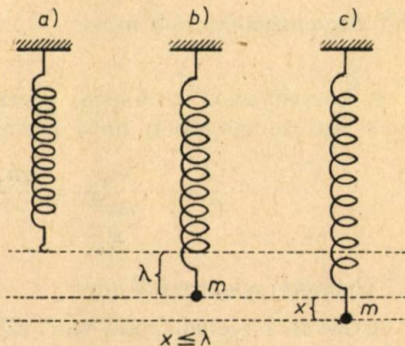
$$\frac{1}{2} D(\lambda + x)^2 = \frac{1}{2} D(\lambda - x_0)^2 + mg(x + x_0).$$

Figyelembe véve az egyensúlyi helyzetre vonatkozó $D\lambda = mg$ feltételt, a műveletek elvégzése és x_0 kifejezése után

$$x_0 = x \text{ adódik, vagyis:}$$

az indítás mélységének számértékével egyező magasságba jut a test a nyugalmi helyzet felett.

Erre az eredményre a tanulók általában — a fenti fizikai tartalom mellőzésével — a következő kísérlet alapján jutnak:



Ha két egyenlő minőségű és méretű, egyenlően megfeszített rugó közé kiskocsit iktatunk, majd ezt nyugalmi helyzetéből kitérítve elengedjük, a kocsi a másik szélső helyzetében is a kezdeti kitérést éri el.

3. Az $l/2c$ feladat (körpályán mozgó korcsolyázó bedőlési szögének meghatározása) hibás megoldása is igen gyakori.

A helyes megoldások megtalálhatók az idézett helyen inerciarendszerből nézve és együttmozgó (gyorsuló) rendszerből vizsgálva.

Az előforduló hibás megoldások az alábbiak.

1.* Inerciarendszerből nézve

A körpályához szükséges centripetális erő a súlyerő és a test tengelyében ható nyomóerő eredője.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{G}{F_1} = \frac{mg}{\frac{mv^2}{R_0}} = \frac{gR_0}{v^2}.$$

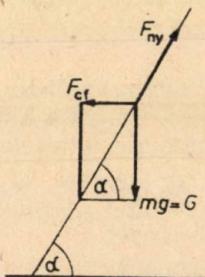
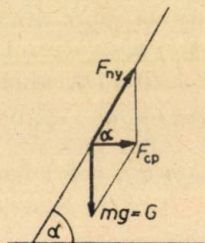
2.* Gyorsuló rendszerből nézve

A test itt egyensúlyban van: $\Sigma F = 0$. Az egyensúlyt a súlyerő, a centrifugális erő és a talajtól származó nyomóerő eredményezi.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{G}{F_{ct}} = \frac{mg}{\frac{mv^2}{R_0}} = \frac{gR_0}{v^2}.$$

A megoldások hibái:

- A nyomóerőt nem jól alkalmazzák.
- A súrlódási erőt figyelembe sem veszik.
- A centripetális, illetve centrifugális erő tömegközéppontban való támadáspontját természetesnek veszik.



IRODALOM

I. A Fizika Tanítása c. folyóirat alábbi számaiból:

- 1976/1. sz.
Holics—Tasnádi: A súrlódási erő.
- 1979/2. sz.
Blészer Jenő: Hozzászólás a „súrlódási erő” problémához.
- 1980/4. sz.
Blészer Jenő: A lendületmegmaradás törvényének elmélyítése a középiskolában.
- 1984/4. sz.
Blészer Jenő: Megjegyzések egy érdekes feladathoz.

II. Pécsi Műszaki Szemle, 1981/1. sz.

Blészer Jenő: Hibák a fizika oktatásában és tanulásában.

III. Fakultatív tankönyv a gimnáziumok III. osztálya számára

Dr. Tasnádi—Főzy—Juhász: A mozgások leírása gyorsuló koordináta-rendszerben.

FIZIKA TÁRGYÚ OKTATÓ VIDEOMŰSOROK

Az Országos Pedagógiai Intézet Taneszközfejlesztési Irodája a korszerű taneszközök fejlesztésében különös figyelmet fordít a megfelelő oktató videoműsorok készítésére, a műsorok iskolákhoz történő eljuttatására, az iskolai kezdeményezések felhasználására és a videoteknikával kapcsolatos kísérletekre.

A videomagnetofonok nagyobb mérvű iskolai elterjedésével egyidejűleg 1985-ben videosíftottuk a meglévő 16 mm-es oktatófilmjeinket, s így létrehoztuk az OPI videobankját, melynek alapvető célja az iskolai videoszoftver igények kielégítése. Video oktatóműsoraink igen széles szakmai skálán mozognak a fém-megmunkálástól a papírgyártáson keresztül az üvegcsiszolásig. Közöttük számos oktatóműsor a közismereti tantárgyakban is jól használható. Jelenleg 300-féle videoműsorunk van, s eddig több mint 11 ezer másolatot készítettünk iskolai, illetve intézményi megrendelésre. Az oktatóműsorok felsorolása, a cím, gyártási év, műsor, időtartam megjelölésével és egy rövid annotációval ellátva az OPI Taneszköz Katalógusában található, mely katalógus az alábbi címen megrendelhető:

OPI Tankönyvforgalmazás Osztály
1071 Budapest, Gorkij fasor 17—21.

1. Ajánlott videoműsoraink

Bár műsoraink a szakmai tantárgyak oktatásához készültek, már jelenleg is tudunk a fizika tantárgyhoz kapcsolódó és felhasználható témájú műsorokat ajánlani, melyeket az alábbiakban sorolunk fel:

2796—V Villamos ív
fekete-fehér 15' 1966

A villamos ív a villamos kisülésnek egyik formája. Hatása lehet hasznos vagy káros. A villamos ív közismert hasznos alkalmazása az ívhegesztés. A műsor ismerteti a villamos ív keletkezését, az egyenáramú és a váltakozó áramú ív tulajdonságát. Bemutatja a villamos ív fizikai tulajdonságait, valamint a mágneses tér hatását a villamos ívre.

2808—V Elektromosság alapjai I. — Ohm törvénye
fekete-fehér 11' 1970

A műsor trükkrajzzal szemlélteti az elektronok mozgását és útját, a feszültség és az áramerősség szoros összefüggését, valamint a teljesítményt.

2814—V Elektromosság alapjai II. — Kirchhoff törvényei
fekete-fehér 9' 1971

A műsor Kirchhoff I. és II. törvényének magyarázatával, kísérleteivel és bizonyításával foglalkozik.

2815—V Elektromosság alapjai III. — Váltakozó áram
fekete-fehér 11' 1971

Ha az elektronok áramlási iránya és az elektronáram erőssége állandó szabályszerűséggel ismétlődve periodikusan változik, váltakozó áram keletkezik. Ennek bizonyításával és magyarázatával foglalkozik a műsor, makett és trükkrajz felhasználásával.

2817—V Félvezetők I. — Diódák
színes 10' 1975

A műsor trükkrajz felhasználásával ismerteti a villamos vezetés és ellenállás lényegét. Bemutatja az elektronáramlást, az ötvözés jelentőségét, a diffúzióhatást és az egyenirányítást. Végül ismerteti a diódagyártás folyamatát.

2818—V félvezetők II. — Tranzisztorok
színes 10' 1975

A műsor elvi vonatkozásban magyarázza a tranzisztor lényegét. Majd folyamatában ismerteti a gyártást, az ötvözés jelentőségét, anyagait, az átégetést, az elektrolitikus maratást, a mosást stb., s végül a védőanyaggal való bevonást. Foglalkozik a mérőberendezésekkel és a paraméterek ellenőrzésével. Bemutatja a tranzisztorok alkalmazási területeit.

2821—V Integrált áramkörök
színes 18' 1979

A műsor üzelmátogatás formájában mutatja be a hibrid integrált áramkörök előállítását. Végigvezeti a nézőt az integrált áramkör alapjának készítésétől kezdve a szerelésen, mérésen, ellenőrzésen keresztül a tokozásig.

2822—V Monolitikus integrált áramkörök gyártása
színes 20' 1980

A műsor bemutatja a monolitikus integrált áramkörök gyártásának technológiáját, a tervezéstől a végső bemérésig. Mivel az IC gyártása rendkívül nagy tisztaságot igényel, gyárlátogatásra nincs lehetőség, a film ezt igyekszik pótolni.

2869—V Az irányítástechnika alapjai
fekete-fehér 13' 1981

Az egyszerű és összetett irányítástechnikai kérdésekről, vezérlésről és szabályozásról szól a műsor, az alapfolyamatoktól a mikroprocesszoros rendszerig.

2885—V Mechanika I. — statikai alapfogalmak
színes 11' 1982

A műsor a merev testek egyensúlyi helyzetét a statika alaptételeit, az erőrendszereket szemlélteti, trükkrajzok és gyakorlati példák bemutatásával magyarázza azokat.

2886—V Mechanika II. — tartók statikája
színes 8,5' 1982

A műsor a kéttámaszú tartó egyensúlyi helyzetében vizsgálja az erőviszonyokat és az igénybevételeket, a nyomatéki és nyíróerők ábrájának szerkesztését.

2891—V Mechanika III. — szilárdságtan
színes 12,5' 1983

A műsor a statika törvényeit rugalmas testekre és szerkezetekre alkalmazza a szilárdsági vizsgálatok során. Kitér a csúsztató feszültségre, a szakítószilárdságra, a hajlítás és a nyírás magyarázatára, a kihajlásra és a csavaró igénybevételre, statikus és dinamikus viszonyok között.

2892—V Mechanika IV. — kinematika—kinetika
színes 8' 1983

A műsor a helyváltoztatás pályáján követi a testeket, trükkrajzokkal szemlélteti az út, az idő, a sebesség és a gyorsulás fogalmát, az egyenes- és körpályára vonatkozó összefüggéseket. Foglalkozik a kinetika három alaptörvényével, és szemléletesen magyarázza azokat.

2925—V Logikai áramkörök
színes 13' 1986

Az automatizálási feladatok megoldásának nélkülözhetetlen eszközei a logikai függvényeket megvalósító áramkörök. A műsor a logikai állapotok modellezhetőségét tárgyalja igen szemléletesen.

Mágnesesség I—II.
színes I. rész 15' 1985
II. rész 16'

A film I. része a mágneses erőter és a mágneses indukció jelenségét mutatja be szemléletesen naturális és trükkfelvételekkel. Kitér a törvényszerűségek bemutatására is. A II. rész az anyagok mágneses tulajdonságaival foglalkozik. Bemutatja a dia-, para-, és a ferromágneses anyagok viselkedését mágneses térben, különösen nagy súlyt fektet az utóbbi anyagok jellegzetességeinek és hiszterézis görbéinek bemutatására.

A teljesség kedvéért szükséges megjegyezni, hogy az Országos Pedagógiai Intézetben a videoműsorok mellett más

taneszközöket is fejlesztettünk, így írásvetítő ábrasorokat, írásvetítőre helyezhető pleximodelleket, tanulói gyakorlóeszközöket, tanári bemutatóeszközöket, falitáblákat, applikációs eszközöket, valamint a korszerű technikán alapuló számítástechnikai programokat és interfészeket is. Ezek közül néhány szintén alkalmas lehet a fizika tantárgy tanításának elősegítéséhez. Ezek ugyancsak a taneszköz-katalógusban találhatók meg. Cím szerint megemlítve néhányat:

Írásvetítő ábrasor

Elektrotechnika I.
IC—K felépítése
Műveleti erősítők
Logikai hálózatok és alapáramkörök

Írásvetítőre helyezhető pleximodellek

Elemi mágnesség
Torroid mágneses tere
Szolenoid mágneses tere
Váltakozó áram keletkezése
A kommutálás elve

Tanulói gyakorló eszközök

Logikai szintellenőrző
Komplex villamos mérőrendszer

2. Videoműsorok másolása

Az említett videoműsorok megrendelhetők levélben az Országos Pedagógiai Intézet Taneszközfejlesztési Irodájánál (1087 Budapest, Berzsenyi Dániel utca 6.). A másolási ár filmenként 150,—Ft + 25% ÁFA.

Csak küldött kazettára másolunk!
A másolás a megrendelő levél és kazetta kézhezvételétől számítva 1 héten belül elkészül.

Az elvégzett munkáról számlát készítünk, amit levélben küldünk el a megrendelőnek. A számla megérkezését követő 8 napon belül kérjük az elvégzett munka összértékét az OPI MNB 232—90142—7569. számú költségvetési számlájára átutalással kiegyenlíteni.
(További információkat Kőkény Károly, a 141—009/12 m. telefonszámon ad.)

3. Videoműsorok fejlesztése

A jövőben szeretnénk több, a közismereti tantárgyakhoz, így a fizikához is kapcsolódó oktatóműsört készíteni, illetve az iskolák rendelkezésére bocsátani. Ehhez szeretnénk megnyerni a fizikatanárok alkotó közreműködését, illetve segítségét. — Videobankunk bővítésére, oktatóműsorok készítésére két lehetőség kínálkozik. Az egyik esetben a tananyagelemzés, illetve a gyakorló pedagógusok javaslata,

véleménye alapján határozzuk meg az oktatóműsor témáját, majd a pedagógusok bevonásával készítjük el a szakanyagot, melyet a szakvéleményezést követően a Mozi- és Viedováallat professzionális szinten 1 collos illetve U-matic szalagon elkészít.

— Másik lehetőség az iskolai innovációk felkutatása, támogatása és a megfelelő műsorok átvétele. Ez azokban az iskolákban lehetséges, melyeknél a videofelvétel készítése technikailag megoldott, rendelkeznek a szükséges műszaki berendezésekkel, s készítenek olyan műsorokat, mely az oktatásban jól felhasználható. Ezeket a műsorokat — mivel általában VHS szalagon vannak — U-matic sza-

lagra átvesszük, s ha szükséges, „post production”, azaz utómunkálatok segítségével a pedagógiai és technikai korrekciókat elvégezzük annak érdekében, hogy az iskolák részére a sokszorosítást biztosítani tudjuk.

A videofeldolgozásra javasolt témákról és azok fontossági sorrendjéről az Országos Pedagógiai Intézet által működtetett Video Tervbizottság dönt. Évente a jelenlegi pénzügyi keretből mind professzionális, mind amatőr műsorokból mintegy 10—10-féle elkészítésére van lehetőség.

VÁGÓ TIBOR
OPI

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Д-р Вермеш Миклош</i> : Государственная олимпиада по физике учащихся средних школ в 1988 году. Олимпиада учащихся гимназий.....	97
<i>Берцеш Дёрдь—Фёзи Иштван—Юхас Андраш—Ташнади Петер</i> : Отчёт о заданиях третьего (практического) тура Государственной олимпиады 1987—88. учебного года	101
<i>Д-р Ковач Ласло</i> : Региональный обмер в гимназиях по квантовой механике и по физике твёрдых тел	107
<i>Блесер Енё</i> : Развитие физической точки зрения на занятиях с талантливыми детьми в средней школе (проблемы механики).....	114
Форум	127

INHALT

<i>Dr. Vermes Miklós</i> : Landesstudienwettbewerb der Mittelschulen in Physik in 1988- der Wettbewerb der Gymnasialschüler:	97
<i>Bérczes György—Főzy István—Juhász András—Tasnádi Péter</i> : Bericht über die Aufgaben der dritten (praktischen) Runde des Landesstudienwettbewerbs der Mittelschulen in Physik im Schuljahr 1987—1988	101
<i>Dr. Kovács László</i> : Regionale Ermittlung der Kenntnisse in Quantummechanik und Festkörper-Physik in Gymnasien	107
<i>Bläser Jenő</i> : Die Entwicklung der physikalischen Anschauungsweise in den Beschäftigungen für Förderung talentierter Gymnasialschüler (Probleme der Mechanik)	114
Forum	127

Felhívjuk olvasóink figyelmét!

Bonifert Domonkosné—Halász Tibor—Miskolczi Józsefné—Molnár Györgyné: Fizikai kísérletek és feladatok általános iskolásoknak (Rsz.: 8094)	Fűzve: 37,— Ft
Budó Ágoston: Kísérleti fizika I. (Rsz.: 4292/I.)	Kötve: 63,— Ft
Budó Ágoston: Kísérleti fizika II. (Rsz.: 4292/II.)	Kötve: 51,— Ft
Budó—Mátrai: Kísérleti fizika III. (Rsz.: 4292/III.)	Kötve: 73,— Ft
Dér—Radnai—Soós: Fizikai feladatok I. (Rsz.: 8175/I.)	Fűzve: 42,— Ft
Dér—Radnai—Soós: Fizikai feladatok II. (Rsz.: 8175/II.)	Fűzve: 39,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Tanári kézikönyv. FIZIKA 6. osztály (Rsz.: 83 109)	Fűzve: 44,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Tanári kézikönyv. FIZIKA 7. osztály (Rsz.: 83 036/I.)	Fűzve: 38,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Kövesdi Pál—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Tanári kézikönyv. FIZIKA 8. osztály (Rsz.: 83 036/I.)	Fűzve: 31,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. I. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához. (8077/I.)	Kötve: 45,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. II. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához. (8077/II.)	Kötve: 31,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. III. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához. (8077/III.)	Kötve: 43,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Mechanika Elméleti fizika I. (Rsz.: 42 221/I.)	Kötve: 39,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Klasszikus erőterek Elméleti fizika II. (Rsz.: 42 221/II.)	Kötve: 60,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Kvantumtechnika Nem relativisztikus elmélet. Elméleti fizika III. (Rsz.: 42 221/III.)	Kötve: 86,— Ft
V. B. Bereteckij—E. Lifsic—L. P. Pitajevszkij: Relativisztikus kvantumelmélet. Elméleti fizika IV. (Rsz.: 42 221/IV.)	Kötve: 84,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Statisztikus fizika I. Elméleti fizika V. (Rsz.: 42 221/V.)	Kötve: 85,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Hidrodinamika Elméleti fizika VI. (Rsz.: 42 221/VI.)	Kötve: 78,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Rugalmasságtan Elméleti fizika VII. (Rsz.: 42 221/VII.)	Kötve: 32,— Ft
E. M. Lifsis—L. P. Pitajevszkij: Kinetikus fizika. Elméleti fizika X. (R.: 42 221/X.)	Kötve: 79,— Ft

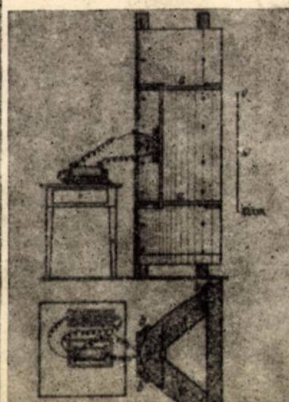
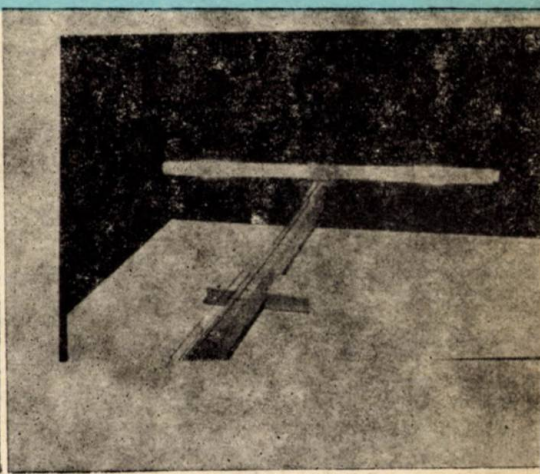
Beszerezhetők, illetve előjegyezhetők a KÖNYVESBOLTOKBAN!

A

5-6 1988
XXVII. évf

FIZIKA TANÍTÁSA

A Művelődési Minisztérium módszertani folyóirata



A FIZIKA TANÍTÁSA

A MŰVELŐDÉSI MINISZTERIUM
MODSZERTANI FOLYÓIRATA

FELELŐS SZERKESZTŐ:
DR. GECSŐ ERVIN

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

GERGELY PÉTER, DR. KEDVES FERENC, KOVÁCS LÓRÁNT, DR. LITZ JÓZSEFNÉ, PÁHÁN ISTVÁN, DR. PAÁL TAMÁS, DR. TASNÁDI PÉTER, DR. VIDÓ IMRE, VIG ISTVÁN, DR. WIEDEMANN LÁSZLÓ, DR. ZÁTONYI SANDOR

Szerkesztőség: Országos Pedagógiai Intézet 1406 Budapest, pf.: 33. Gorkij fasor 17–21. — Telefon: 211-200. — Kiadja: a Tankönyvkiadó 1055 Budapest V., Szalay utca 10–14. — A kiadásért felelős: a Tankönyvkiadó igazgatója. — Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető: bármely postahivatalnál, a hírlapkézbesítőknel, a Posta hírlapüzletiben és a Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodánál (HELIR), Budapest XIII., Lehel u. 10/a. 1900 közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a HELIR 215–96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: egy évre: 42,— Ft.

Egri Nyomda, Eger

Igazgató: Kopka László

ISSN 0428—5336

Szerkesztői üzenet:

Kérjük a kartársakat, hogy közlésre szánt cikkeiket gépelve, két példányban küldjék meg a szerkesztőség fenti címére. a lakásuk és munkahelyük, valamint személyi számuk pontos feltüntetésével. — A papírlapnak csak egyik oldalára, kettes sortávolsággal írjanak! Egy-egy oldalra 30 sort gépeljenek! A sor hossza 66 betűhely. A cikkek terjedelme legfeljebb 6–8 gépelt oldal lehet. A rajzokat, táblázatokat külön lapon, megfelelő ábraszöveggel (aláírással) ellátva küldjék be!

Kéziratot nem örzünk meg és nem adunk vissza!

TARTALOM

Veres Mihályné: A XXXI. Országos Középiskolai Fizikatanári Ankét és Eszközkiállítás	129
Mravik Mihály: A XII. Országos Általános Iskolai Fizikatanári Ankét és Eszközkiállítás	135
Gobbi István—Kovács Sándor—Somogyi Gábor: Hertz elektrodinamikai és kvázioptikai kísérletei egyszerű eszközökkel	140
Dr. Radnóti Katalin: Optikai vékonyrétegek	154
Dr. Berkes József—dr. Kotek László: Az 1986—87. évi Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny — I. kategória — kísérleti forduló feladatainak megoldása ..	158
Balogh Lászlóné dr.: Az 1988. évi Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny. Fizika I.: a szakközépiskolai tanulók versenye	164
Mayer József: A mozgási energia tanítása az általános iskolában ...	167
Zsebők Jánosné: A 7. osztályos párhuzamos fizikatanönyv ismeretése	170
Domokos Gábor: Középpontban a feladatmegoldás	172
Kiss Lajos: Ki miben tudós vetélkedő fizikából a Heves megyei általános iskolás tanulók részvételével	174
Takács Gábor: Repülési Múzeum a Petőfi Csarnokban	177
Takács Gáborné: A fizika kultúrtörténetének rekvizitumai a budapesti Közlekedési Múzeumban ..	180
Szabó Tihamér: A problémamegoldó oktatás feltételei és fejlesztésének lehetőségei	182
Fonódi Gyula: Hatvani István fizikaverseny a tehetséggondozás szolgálatában	185
Gogola Aladár: Izoterm gázállapotváltozás térfogatmunkájának közelítő számítása	187
Fórum	189

Címképünk: Dielektromos polarizáció. Kisugárzó dipól. Mai és Hertz-féle parabola. Elektromos állóhullámok. (Fotó: Szabó—Jilek Ádám.)

VERES MIHÁLYNÉ

Bolyai János Szakközépiskola és Szakmunkásképző Intézet, Budapest

A XXXI. Országos Középiskolai Fizikatanári Ankét és Eszközkiállítás

Pécs, 1988. április 8—10.

Az ankét a Művelődési Minisztérium, az Országos Pedagógiai Intézet, a Janus Pannonius Tudományegyetem Tanárképző Kara, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Baranya Megyei Csoportja és az Országos Oktatástechnikai Központ szervezésében került megrendezésre. Az ankét tárgya: Ohmtól a szupravezetőig. E korszerű, nagyon érdekes témának megvitatására sajnos csak alig 400 középiskolai tanár gyűlt össze az ország minden részéből — kevesebb, mint az elmúlt esztendőkből.

A résztvevők már április 7-én elfoglalhatták szálláshelyüket a Kodály Zoltán úti modern, szép fekvésű, zöld kúszónövényekkel dúsan befuttatott belső terű középiskolai kollégiumban. A figyelmes rendezőség már az érkezés estéjén gondoskodott szórakoztató programról: a JPTE Tanárképző Kar mozitermében Federico Fellini „Ginger és Fred” című filmjét tekinthették meg az érdeklődők.

Az ankét első napján, április 8-án *Kozma László*, a JPTE dékánja elnökölt. Rövid bevezetőjében méltatta a műszaki, technikai oktatás jelentőségét, majd bemutatta az elnökség tagjait. Idézte a régi kínai mondást, mely szerint nem az jár el bölcsen, aki az éhes embernek halat ad, hanem az, aki megtanítja halászni. *Nagy Mihály* megnyitó beszédében Eötvös Lorándnak két gondolatát elevenítette fel: „A tanárokat nemcsak mesteremberekké, hanem tudósokká is kell képezni!” „Jó tanár csak az lehet, aki tudománnyal is foglalkozik. Más eszméit csak az értheti meg, akinek magának is vannak eszméi.” *Komlódi Józsefné*, a Pécsi Városi Tanács elnökhelyettese mint házigazda köszöntötte a résztvevőket. Utalt arra, hogy Pécs városa komoly eredményeket mondhat magáénak a természettudományok művelése terén. Felhívta a hallgatóság figyelmét, hogy szabadidejükben tekintsék meg a város kulturális értékeit is. *Víg István* a Művelődési Minisztérium képviselőjében közoktatáspolitikai tájékoztatót tartott. Elmondotta, hogy az oktatási rendszert 1972-ben vizsgálták felül, és 1979-ben kezdték el az új rendszer bevezetését. A menet közben felmerült változások — pl. az 5 napos munkahétre való áttérés — az új rendszer további módosítását tette szükségessé. Ez a korrekció 1984-ben indult —ekkor jelentek meg az első alternatív tankönyvek —, és 1988-ban zárul. Az 1985-ös törvény az óvodától a felsőfokú képzésig egységes, átfogó reformot ír elő. Át kell dolgozni a szakmunkásképzés és a technikusképzés követelményeit is. Növelni kell a középiskolát végzettek számát. Nem szabad „uniformizálni”,

legyenek kiváló iskolák, érvényesüljön az egyenlőtlen fejlődés elve. Ezt a célt szolgálják többek között a „kétnyelvű” gimnáziumok, melyben élenjáró Baranya megye — három gimnáziumában folyik idegen nyelven is tanítás. Az ankét első szakmai előadását *Geszti Tamás* tartotta „A fémek vezetése” címmel. Az Ohm-törvényből kiindulva, logikus gondolatmenettel ismertette a sáveltémetet, mely magyarázatot ad a fémek vezetési mechanizmusára. Szupravetetés akkor áll elő, ha a fémekben levő elektronok egy része Cooper-párokba rendeződik.

A nagyon érdekes előadást a *műhelyfoglalkozások* vezetőinek bemutatkozásai követték. A résztvevők 22 különböző foglalkozás közül választhattak. A foglalkozásokat az első nap délutánján tartották, többségüket 1—1 órási időtartamban, három egymást követő órában megismételve. Ilyen módon egy érdeklődő legfeljebb csak három teljes foglalkozáson vehetett részt. A választást nagyon megnehezítette a felkínált témák változatossága: kísérleteket mutattak be — ill. a résztvevők maguk is kísérletezhettek — többek között szupravetetéssel, lézerrel, aszimmetrikus pörgettyűvel, földigilisztával; vetítettek különböző fizikai témájú videofilmeket; elhangzottak élménybeszámolók a japán, az angol, a finn fizikaoktatásról, valamint módszertani javaslatok a fizika egyes témáinak tanításához. A 22 téma között — a hagyományos értelemben vett műhelyfoglalkozások mellett — szerepeltek kiselőadások, sőt reklám célú ismertetések is.

Ezt követően az előadások két szekcióban folytatódtak. Az „A” szekciót *Litz József* vezette. Elsőként *Maija Ahtee* (Finnország) tartott előadást „A különböző anyagok vezetőképességének vizsgálata az iskolában” címmel. A rokonszenves előadó az Ohm-törvény tanításán keresztül szemléltette a fizikai ismeretszerzés lépcsőfokait: a jelenségek megfigyelésétől a méréseken és a törvények felismerésén keresztül az elméletek megalkotásáig. Témájának szemléltetésére néhány szép diaképet vetített egy finn iskoláról és annak oktatótermeiről. Az ankét másik finn vendége *Jari Lavonen* a számítógép felhasználásának lehetőségeiről beszélt a fizika tanításában. Hangsúlyozta, hogy a legmodernebb számítógép is csak eszköz, tanítania a tanárnak kell. — Mindkét finn előadó angolul beszélt, melyet *Sükösd Csaba* tolmácsolt. — A finn vendék az eszközkiállításon eszközbemutatót is tartottak.

A „B” szekció ülésén *Vastagh György* elnökölt. E szekcióban *Mészáros Miklós* beszélt „Iskolakísérletek” címmel a Landler Jenő Szakközépiskolában beinduló oktatási kísérletről. Ennek lényege, hogy a képzés során a tanulók számára, tanulmányaik befejezéséhez, lépcsőzetes lehetőségeket kínál: szakmunkás bizonyítvány, szakközépiskolai végzettség, technikus minősítés, sőt alternatív lehetőségként gimnáziumi oktatás is lehetséges. Ezután *Paál Tamás* szólt a különféle profilú műszaki szakközépiskolákban folyó fizikaoktatás tartalmáról és óraszámairól, valamint a fizika és a szakmai tárgyak koncentrációjának lehetőségeiről, ill. szükségességéről.

Az első nap délutánján került sor az eszközkiállítás megnyitására. A kiállított eszközök egy része számítógéppel kombinált kísérletek bemutatására szolgált. Ezen belül lemaszolható programokat, átvehető ötleteket kínáltak. Az OPI Videobankja jegyzéket közölt az általa forgalmazott kb. 300-féle videoműsorról, melyekből a megrendelő választása szerint, a megrendelő által hozott kazettára, meghatározott másolási díj fejében átmásol filmeket. A kiállításon forgalmazásra szánt eszközök is szerepeltek, mint pl. videomagnó távvezérlő-rendszer, programozható tápegység, számítógépes zárt láncú videorendszer-vezérlő. Bemutatásra került több elektromos vezérléssel kapcsolatos

kísérlet: tanulókísérleti és demonstrációs eszközök, valamint archív eszközök, írásvetítővel kivetíthető pleximodellek. Láttunk eszközt a félvezetők tiltott sávszélességének méréséhez, és láttuk a Hall-effektusnak felhasználását a töltések előjelének meghatározására. Szerepeltek a kiállításon olyan eszközök is, amelyek nem kapcsolódtak szorosan az ankét témájához. Ilyenek voltak pl. a különböző fizikai törvények alapján működő gyermekjátékok, gáztörvényeket bemutató eszközök, forgózsámoly, feleltetőgép.

Az eszközkiállítás megnyitása után megkezdődtek a műhelyfoglalkozások, a már említett 3×1 órás időtartamban. A legtöbb műhely — nagyon helyesen — „tárt” ajtók mellett folyt, ezzel is lehetőséget adva a kollégáknak arra, hogy akárcsak néhány percre is benézdhessenek egy-egy foglalkozásra anélkül, hogy az ott folyó munkát megzavarnák.

A szállást és az étkezést adó középiskolai kollégium és az előadások tartására kijelölt JPTE Tanárképző Kar épülete közé esett — tőlük nem nagy távolságra — az eszközkiállítás és a műhelyfoglalkozások helyéül szolgáló Óz utcai Gyakorló Általános Iskola. Ez a szerencsés elhelyezés lehetővé tette, hogy a kollégák — akár naponta többször is — útba ejthessék az eszközkiállítást. A szálláshely nem volt messze a város központjától: a Dóm tértől és a Széchenyi tértől sem. Ez nagymértékben megkönnyítette, hogy a résztvevők, a kevés szabad idő ellenére is, megtekinthessék a belváros műemlékeit, múzeumait, az ódon épületek szépen rendbehozott belső udvarait, Pécs város büszkeségét: a két korhűen restaurált dzsámit.

Este a JPTE mozitermében levetítették Konsztantyin Lopusanszkij „A halott ember levelei” című filmjét, amely egy képzelt történetet beszél el az atomkatasztrófa utáni Földről.

Április 9-én, az ankét második napján *Budavári András* elnökölt. A nap programja *Sükösd Csaba* „Vezetők, félvezetők, szigetelők” című előadásával indult. Az előadó a sávmélet alapján részletesen ismertette az elektromos vezetés, félvezetés, szigetelés mechanizmusát. Szólt az anyagok szennyezettségének a vezetést befolyásoló hatásáról, a félvezető diódák működési elvéről. A hallgatóság nagy tapsal jutalmazta a színvonalas, tartalmas, közérthető előadást, a rokonszenves előadásmódot.

A bevezető előadást követően, az előző nap gyakorlatának megfelelően, ismét két szekcióban folytatódott a foglalkozások. Az „A” szekcióban *Blészer Jenő* vezetésével folyt a program. Elsőnek *Isza Sándor* tartotta meg „Érdekes kísérletek félvezetőkkel” című előadását. A közepes méretű előadótermet zsúfolásig megtöltötték az érdeklődők, sokak számára nem jutott ülőhely. Az előadó működésben mutatta be többek között a kontaktpotenciál-mérést, a Hall-effektust, az ionmozgékonyosság-mérést. Többnyire egyszerű eszközökkel dolgozott, amelyek középiskolában is felhasználhatók. Az előadóteremben televíziólánc tette lehetővé hogy a kísérletek a hátsó sorokban ülők számára is láthatók legyenek. Az „A” szekció következő előadója *Jeges Károly* volt, előadásának címe: „A szilárd anyagok elektromos vezetésének modellezése folyékony ionvezetők segítségével.” Az idős, sokat tapasztalt nyugalmazott főiskolai tanár egyszerű eszközök — itatóspapír, ecetes víz, zsebletep — segítségével szemléltette az ionvándorlást, miközben praktikus technikai tanácsokat is adott a kísérletek kivitelezéséhez. A témáról néhány évvel ezelőtt a Fizikai Szemlében cikke jelent meg, melynek gazdag ábraanyagából a teremben elhelyezett videolánc közvetítésével mutatott be néhányat. A szekció utolsó programjaként levetítették a Mikroelektronikai Vállalat „A chipgyártás. A monolitikus integrált áramkörök” című oktatófilmjét.

A „B” szekcióban *Zsudel László* elnökölt. A szekcióülés e napon csak egyetlen előadásból állott. *Tichy-Rács Ádám* beszélt „Félvezetők ma és holnap” címmel. Az előadó történeti áttekintést adott az 1947-ben megjelent első tranzisztortól kezdve, a félvezetők sokrétű felhasználhatóságáról, napjainkig. Szólt a tranzistor-előállítás technológiájának fejlődéséről. A fejlődés mind a gyártási technológiában, mind az alkalmazási kör szélesedésében olyan gyors, hogy szinte lehetetlen a félvezetők jövőjét megjósolni akár a következő 1—2 évre is.

Az ankét egyes előadásainak szüneteiben az előcsarnokban a Műszaki Könyvkiadó és a Tankönyvkiadó árusította a gondozásukban nemrég megjelent fizikai tárgyú szakkönyveket, tankönyveket, példatárakat. Az előcsarnok más részén büfé üzemelt, ahol üdítőitalokat, kávé, édességeket kínáltak.

A második nap délutánján került sor a fórumok megtartására. A fórumok csak 16, ill. 17 órakor kezdődtek, így ebéd után megfelelő időtartam állt a kollégák rendelkezésére ahhoz, hogy az eszközkészítést nyugodtan megtekintessék. A gimnáziumi tanárok fórumát 16 órakor, a szakközépiskolákban és a szakmunkásképző intézetekben tanítóként pedig 17 órakor kezdték. Ezzel lehetőséget teremtettek arra, hogy az érdeklődők mindkét fórumon részt vehessenek. A fórumokon megjelentek a MM, az OPI, a Tankönyvkiadó és a TANÉRT képviselői, hogy válaszolhassanak a résztvevők által feltett, az említett intézmények hatáskörébe tartozó kérdésekre. A gimnáziumi tanárok fórumát *Gajdos Katalin* vezette. *Marx György* kért szót egy nemzetközi felmérés eredményeinek ismertetésére. Hazánk tanulói kiemelkedő eredményt értek el, melyben nekünk is nagy részünk volt. A résztvevők kérdéseket tettek fel az egységes követelményrendszer, az egyetemi-főiskolai felvételi követelmények, a tanulmányi versenyek, az eszközellátottság, az alternatív tankönyvek használata, a még meg nem jelent segédkönyvek és példatárak tárgyában. A szakközépiskolákban és a szakmunkásképző intézetekben tanító tanárok fórumán *Arany Tóth László* elnökölt. *Balogh Lászlóné*, az OPI képviselője tájékoztatást adott a jövő évben a technikusképzés keretében először induló fizika érettségi vizsga követelményeiről és lebonyolításának várható részleteiről. Elmondotta, hogy a felvételi vizsgán a fizika a jövőben nem lesz szakmai tárggyal helyettesíthető. Tájékoztatót adott a technikusképzés számára az 1—2 éven belül megjelenő új fizikatankönyvekről. Szóba került, hogy az I. és II. osztályos szakközépiskolai tanulók számára rendezett Mikola Sándor Tanulmányi Verseny feladatainak megfelelő kiválasztását nagyon megnehezíti az egyes szakágak fizikatanterveinek eltérő volta. *Radnai Gyula* kérte a jelenlévőket, hogy tehetséges tanítványaikat ösztönözzék a KÖMAL feladatainak megoldására és beküldésére. A Műszaki Könyvkiadó képviselőjében *Juhász Ágnes* mindkét fórumon kérte a kollégákat, hogy kísérik figyelemmel a kiadó újonnan megjelenő könyveit, és népszerűsítsék azokat iskoláik tanárai és diákjai körében. A kiadó az eszközkészítéson is kiállította az új könyveket, ill. szórólapokon tájékoztatta az érdeklődőket.

Este a Dómban orgonahangversenyt rendeztek az ankét résztvevői számára. A hallgatóság *Halász Béla* művészi orgonajátékában gyönyörködhetett.

Április 10-én, az ankét utolsó napján *Lakatos Tibor* elnökölt. Ezen a napon már csak egyetlen előadás hangzott el. *Szabó György* beszélt „Miért meleg a –180 °C?” címmel. A mindvégig nagyon érdekes előadás ismertetette a szupravezetés mechanizmusát fémekben. Részletes tájékoztatást hallottunk a Cooper-elektronpárokról, a Meissner- és a Josephson-effektusokról. Az előadó részletesen szólt a szupravezetés gyakorlati alkalmazásának rendkívül széleskörű lehetőségeiről, a részecskegyorsítóktól a víztisztításig, az energiatárolástól az

egészségügyi diagnosztikáig, a mágneses lebegtetésű vonatoktól a földrengés előrejelzésig. Az újabban alkalmazott szupravezető kerámiákban más a szupravezetés mechanizmusa, mint a fémekben, ezért azok „magasabb” hőmérsékleten is használhatók.

Ezt követően került sor a díjkiosztásra.

Víg István a MM képviselőjében átadta a Kiváló Munkáért kitüntetés

Kaszás Dezsőnek (Tamási) és *Molnár Miklósnak* (Szeged).

Vermes Miklós, az első Mikola-díjas átadta az ez évi Mikola-díjat

Blészer Jenőnek (Pécs).

Eötvös Plakettet kapott *Jeges Károly* (Pécs).

Az eszközkiállítást *Radnai Gyula* értékelte. Elmondotta, hogy nőtt a technikai színvonal. A számítógép megtalálta a helyét a kísérletekben, felhasználása szélesedett. A kiállítók között szerepeltek vállalatok, valamint egyéni kiállítók: középiskolai és főiskolai tanárok — többen tanítványaikkal — egyetemi hallgatók és nyugdíjasok. Köszönetet mondott mindazoknak a helyi és országos vállalatoknak, szövetkezeteknek, intézményeknek, akik a díjazásra pénz és tárgyjutalmakat ajánlottak fel.

Oklevelet kaptak a kiállító intézmények:

TEXO, OPKM, TUNGSRAM LESELEKTRO GT, REMIX, LSI, TANÉRT, MOM, SPEKTRUM ELEKTRO GT,

valamint az egyéni kiállítók közül:

Gőcze Zoltán (Pécs), Osztertag Zoltán és Papp László (Pécs), Fazekas István és Juhász Imre (Kecskemét), Beke Gyula (Zirc).

Dicséretet és a MEV tárgyjutalmát kapták:

Ronyecz József (Székesfehérvár), Kiss Balázs és Deres János (Csurgó).

Baranya megye díját kapták:

Óry Imre (Szombathely), Szabó Gábor (Budapest) + REMIX tj. + emléklap a műhelyért, Márki-Zay János (Hódmezővásárhely) + LSI tj.

A *TANÉRT díját* kapták:

Herczeg Barnabás és Sárdy Ákos (Szombathely) + MEV tj.

A *MM díját* kapták:

Csekő Árpád (Budapest), Kozma Ágnes és Szabó Judit (Miskolc) + TUNGSRAM tj. Szabó János (Békéscsaba) + TUNGSRAM tj.

A *MEV díját* kapta:

Almási István (Szombathely) + REMIX tj.

A *KFKI különdíját* kapták:

Szabó János és Bodrogi György (Nagykáta) + MEV tj. Kocsis Vilmos (Szeged) + MEV különdíj.

Baranya megye különdíját kapták:

Kotek László és Wiandt Péter (Pécs) + MEV tj.

A *TANÉRT különdíját* kapták:

Görbe László és tanítványai (Budapest) + MEV tj. + TEXO tj.

A *MM különdíját* kapta Lőrincz János (Szeged) + TUNGSRAM tj.

A *KFKI fődíját* kapta: Mészáros Sándor (Budapest).

A *MŰFI fődíját* kapták:

Tolnai László és Fehér András (Győr) + TEXO tj. + emléklap a műhelyért.

A *MEV fődíját* kapta: Jeges Károly (Pécs) + MEV tj. + TEXO tj.

A *MM fődíját* kapták:

Megyei István és Frűhwirt Mihály (Monor) + MEV tj. + TEXO tj.

LSI tárgyjutalmat kapott: Jari Lavonen (Finnország).

MEV tárgyjutalmat kaptak:

JPTE Fizika Tanszék

ELTE TTK Fizika Tanszék

A Műszaki Könyvkiadó a kiállításra hozott könyveit az Őz utcai Gyakorló Általános Iskolának ajándékozta.

A műhelyfoglalkozásokat *Plósz Katalin* értékelte. Elmondotta, hogy rendkívül nagy szóródást mutatott az egyes műhelyek látogatottsága (ezt a foglalkozások minősítésénél nem vették figyelembe). A legtöbben a szupravezetővel való kísérleteket, az aszimmetrikus pörgettyűt, a lézeres kísérleteket, a fény duális természetét bemutató kísérleteket, a földigilisztákkal való kísérleteket, valamint a Japánban folyó fizikaoktatást ismertető foglalkozásokat keresték fel. Tolmácsolta a műhelyvezetők kérését: a jövőben két részletben rendezzék a műhelyfoglalkozásokat, hogy a műhelyvezetők is látogathassanak műhelyeket. Köszönetet mondott a „nagy öregeknek”: Csekő Árpádnak, Jeges Károlynak; minden műhelyvezetőnek, valamint a helyi szervezőknek és a foglalkozásoknak otthont adó intézményeknek.

Dicsőró oklevelet kaptak:

Tolnai László (Győr), Pusztai István (Budapest), Gyakorló Iskolai Tanárok mk. (Budapest), Szabó Gábor (Budapest), Almási István (Szombathely).

Pécs Város díját kapták:

Pálffy Györgyné (Pécs), Boros János (Budapest), Csekő Árpád (Budapest).

A *KFKI díját* kapták:

Jeges Károly (Pécs), Szánthó Gyula (Békéscsaba).

A *MOM díját* kapták:

Németh Béla és Ujj László (Pécs)

A *MEV tárgyjutalmát* kapta: Márki-Zay János (Hódmezővásárhely)

A *MM díját* + *REMI X* tárgyjutalmat kaptak:

Bazsik Katalin, Gál Mariann, Oláh Mónika, Varga Beáta tanulók (Budapest)

A *MM díját* + *MEV tárgyjutalmat* kaptak:

Zsudel László (Miskolc), Theisz György (Székesfehérvár), Balogh Vilmos Szilárd (Győr), Szegedi Ervin (Debrecen).

A *MŰFI díját* kapta: Székely László (Győr) + *MEV* tj.

A *TANÉRT díját* kapta: Molnár Miklós (Szeged) + *MEV* tj.

A *MM díját* és *Közönségdíjat* kapott: Kertész Béla (Debrecen) + *MEV* tj. + *TUNGS- RAM* tj.

A *MM díját* és a *bírálbizottság díját* kapták:

Kármán Tamás, Kovács György és Tóth Eszter (Budapest) + *MEV* tj. + *TUNGS- RAM* tj.

A műhelyek anyagának leírása összegyűjtve a Fizikai Szemle ugyanazon számában fog megjelenni.

A díjkiosztás után a zárszavak következtek. Pécs város nevében *Mezei József*, a Pécsi Városi Tanács Művelődési Osztályának vezetője búcsúzott a résztvevőktől. *Vermes Miklós* a tőle megszokott rokonszenves szellemességgel idézte Mikola Sándor egykori megállapítását: „A tanárnak alapos szakmai ismeretekkel, jó pedagógiai érzékkel és erős idegrendszerrel kell rendelkeznie.” *Vantsó Erzsébet* ismételt köszönetet mondott minden helyi szervezőnek. Az ankétot az *ELFT Baranya Megyei Csoportjának* nevében *Lakatos Tibor* zárta be.

A XII. Országos Általános Iskolai Fizikatanári Ankét és Eszközkiállítás

Debrecen, 1988. június 27—29.

Az 1987/88-as tanév végén a „Cívis”-város, Debrecen adott otthont az eddig is nagy sikert aratott és élénk érdeklődés mellett zajló Fizikatanári Ankétnek.

A fizikatanítás helyzetét s az előrelépés mikéntjét évenként elemző tanácskozást most is a rendezésben hagyományosan részt vevő szervek, így a Művelődési Minisztérium, az Országos Pedagógiai Intézet és az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Általános Iskolai Szakcsoportja, valamint a helyi szervek, története-sen a Hajdú-Bihar Megyei Tanács Művelődési Osztálya, a megyei Pedagógiai Intézet és az ELFT Hajdú-Bihar Megyei Csoportja szervezték. Összehangolt munkájuk eredményeként tartalmában gazdag, színvonalában magas „ankét” résztvevője lehetett a mintegy két és félszáz nevelő. Igen nagy kár, hogy a minden téren jelentkező gazdasági megszorítások miatt a megyei pedagógiai intézetek mind kevesebb nevelő részvételét tudják biztosítani. Ugyanilyen okok miatt csökkent az iskolák által delegált szaktanárok száma. Az egyénileg befizető nevelők számára is mind nagyobb gondot jelent az egyre inkább emelkedő részvételi díj befizetése. Mindezek miatt kevesebb iskolához jut el mindaz az új gondolat-sor, mellyel az ankét segíteni igyekszik a fizika tanításának eredményességében.

Az első nap délelőttjén Szenczi Lászlóné vezető szaktanácsadó mint elnök köszöntötte a Margit téri Általános Iskola nagy aulájában megjelent résztvevőket és érdeklődőket, majd felkérte a rendezőszervek képviselőit, foglalják el helyüket a díszelnökségben.

Dr. Szekeres Antal, a megyei Művelődési Osztály vezetője köszöntötte a megye és a város nevében a jelenlévőket. Ismertette Magyarország nagyságra harmadik városának, a Tiszántúl hagyományos gazdasági és kulturális központjának rövid történetét. Részletesen szólt a városnak az oktatásban betöltött kiemelkedő szerepéről, mely tapasztalható volt a múlt századokban is, de jelen van a mai valóságban is.

A bevezető köszöntő szavak után az elnök *Dávid Lászlónak*, a minisztérium képviselőjének adta át a szót. Az előadó az 1984-es közoktatásfejlesztési programban foglaltak alapján elemezte az iskola mai helyzetét, szervezeti és tartalmi kérdéseket egyaránt érintve. Ez utóbbiakat tekintve kiemelte, hogy az általános iskola — sok kényszerítő ok miatt — nem tudott megfelelő eredményeket elérni az alapkészségek és képességek fejlesztése terén. Nem tudta megfelelően megoldani a megnövekedett ismeretanyag pedagógiai transzformálását. Értékelte a tantervi korrekciós tevékenységet. Rámutatott arra, hogy ezzel a munkával elsősorban a taníthatóság mértékén akart a minisztérium javítani. Előadásának befejező részében szólt a közeljövő feladatairól, így többek között az ötnapos óratervekről, a tantárgyak közötti óraszámarányok változtatásának szükségességéről, a szoros nevelési problémákról, az önállóság tartalommal való megtöltésének szükségességéről. Érdeklődéssel kísért előadásának végén röviden szólt a bérrendszerrel kapcsolatos elképzelésekről, gondokról.

A szünet után induló szakmai program első részeként *Kedves Ferenc* tan-székvezető egyetemi tanár tartott igen érdekes előadást a szupravezetésről. Az előadás megkezdése előtt az ankét résztvevői kegyelettel emlékeztek meg a közelmúltban elhunyt társulati tagokról, így többek között *Kuti István*ról, aki éveken át volt a szakcsoport vezetője.

Kedves Ferenc előadásában szólt a szupravezetés jellemzőiről, a területtel kapcsolatos kutatómunka eredményeinek egyes jelentős állomásairól, emlékezetes dátumairól. Kitűnő előadását nagy érdeklődéssel hallgatták a jelenlévők, s külön nagyszerű élményt jelentett az előadást lezáró, de a jelenség lényegét jól bemutató kísérlet.

A délelőtti program utolsó előadásaként a műhelyvezetők bemutatkozása következett. Őt, előzőleg jelentkezett műhelyfoglalkozás vezetője ismertette röviden a foglalkozás lényegét, szakmai tartalmát, igyekezett felkelteni a jelenlévők érdeklődését a foglalkozások iránt.

Ezt követően került sor az eszközkiallítás megnyitására. *Csákány Antalné*, a társulat főtítkárhelyettese méltatta az eszközkészítés nehéz, fáradságos, időt igénylő munkáját. Rámutatott arra, hogy a magyar fizikatanárok nem nélkülözhetik ezt a tevékenységet. Sajnos az előző évekhez viszonyítva tovább csökkent az ilyen munkát is felvállaló szaktanárok száma.

A délutáni program keretén belül először az Atomkutató Intézet szervezett megtekintésére került sor. A résztvevők diakepekkel színesített előadást hallgattak meg az intézet kialakulásáról és működésének fontosabb területeiről. Ezt követően néhány terület megtekintésére került sor.

A nap hátralévő részében fakultatív foglalkozás keretén belül mód nyílt a város nevezetességeinek megismerésére (Nagytemplom, Hatvani-kollégium) és néhány nagyüzem munkájába való betekintésre (Medicor, Gördülőcsapágygyár).

Az első nap befejezéseként kultúrprogramra került sor.

A második nap tartalma igen gazdag volt. *Fonódi Gyula* vezető szaktanácsadó először *Takács Violának*, az OOK munkatársának adta át a szót. Takács Viola rövid, de igen érdekes előadásban ismertette az oktatófilmek készítésével kapcsolatos elméleti ismereteket, beszélt a filmek sajátos nyelvéről, a képi kompozíció jelentőségéről. Tájékoztatta a jelenlévőket arról, hogy az OOK új folyóiratot ad ki, *Pedagógiai Technológia* címmel. Ebben adnak részletes információkat az OOK életéről és „termékeiről”. Felhívta az ankét résztvevőinek figyelmét arra, hogy Veszprémből filmek, videokazetták kölcsönözhetők, melyeket az iskolák nagyon ügyesen fel tudnak használni a tanítási órákon vagy esetleg az ilyen tartalmú információhordozók számának szaporításánál.

Az elhangzott előadásnak mintegy szemléltetéseként, a következő órában *Miskolci Józsefné* ismertette a maga jólismert, kedves modorában az addig elkészült oktatófilmeket, melyeket a fizika tanításánál alkalmazni lehet. A filmek időtartama 8—14 perc között van, és kitűnően alkalmazhatók az új anyag feldolgozásánál, hiszen nagyon jól kiemelik a tanításra kerülő részek lényegét, s ezen kívül nagyon szépen bemutatnak olyan jelenségeket, kísérleteket is, melyek a tanórán nem valósíthatók meg. A rövid szóbeli ismertetések egy-egy filmrészlet bemutatása követte. Az előadó végül módszertani segítséget is adott a filmek alkalmazásával kapcsolatban.

Ezt követően — immár hagyományosnak mondhatóan — *Károlyházy Frigyes* tanár úr tartott tájékoztatót a 8. osztályos párhuzamos tankönyvvvel kapcsolatos dolgokról. Arra törekedett, hogy a hallgatóság világosan megismerje azt a központi gondolatsort — nehéz fogalomsort —, amely végigvonul mindhárom tankönyvön s talán a fizikán is (idő—mozgás—erő—tömeg). Mondani-

valóját nagyszerűen kapcsolta az elmúlt évben elhangzott előadásának tartalmához (7. osztályos párhuzamos tankönyv), s mindenkit lenyűgöző előadásának eredményeként kirajzolódott a párhuzamos tankönyv tantervvel azonos tartalmú, de a megvalósítás mikéntjében eltérő volta. Átfogta a három év anyagát, kiemelte a nehéz pontokat, bemutatta a rendszerezőelveket, s nagyon ügyesen ismertette a fizika ismeretanyagának egészéből az általános iskolában tanításra kerülő alapokat. Egy új látószögű fizikát igyekezett népszerűsíteni.

Az elmondottak konkrét tankönyvi megjelenését ismertette a következő előadásban *Csakány Antalné*, a tankönyv egyik szerzője. Ebből az előadásból is kitűnt, hogy a párhuzamos tankönyv is az érvényes tantervet akarja tanítani, és tanítja is, pusztán az alapok kialakításának útja más. Nem a másik tankönyv bírálata a céljuk, hanem egy új út ismertetésével a tanári választás lehetőségének biztosítása. Ismerteti a tananyag órákra való lebonyolítását, majd felvillantja a rendelkezésére álló rövid időben is néhány anyag tárgyalási módját.

Ezt követően került sor a műhelyfoglalkozások megtartására. A szervezés külön érdeme, hogy egy helyre tudta (egy iskolába) összpontosítani az összes foglalkozást, ankéti rendezvényt (előadások, eszközkiállítás, műhelyfoglalkozások). Öt kolléga tartott foglalkozást — *Bálint József*, *Isza Sándor*, *Kertész Béla*, *Kövesdi István*, *Nagy Mihály* — különböző érdeklődés mellett, de azonosan magas színvonalú felkészüléssel, kitűnő technikai felszereléssel, gazdag mondanivalóval.

A délutáni foglalkozás programja is hagyományos felépítésű volt. *Sümei Lászlóné* szaktanácsadó, a program levezető elnöke először *Balázs Lászlónak*, az ELFT Általános Iskolai Szakcsoportja vezetőjének adta át a szót. Az elnök ismertette a társulat éves munkáját, beszámolt a tagságnak azokról az eredményekről, melyek fémjelzik a munkát, ismertette a próbálkozásokat, melyekkel bizonyos területeken előbbre szerettek volna lépni. Kissé részletesen értékelte a megyei szakcsoportok ténykedését. Ezekben általában a tanulást-tanítást segítő tevékenység volt a jellemző. Ismertetett néhány javaslatot az ifjú fizikusokkal való foglalkozásokkal kapcsolatban (országos verseny). A szakcsoport véleménye szerint szükségesnek látszik növelni a módszertani előadások számát minden területen. Befejezésül értékelte az éves munkát, s felszólította a megyei csoportok vezetőit a taglétszám stabilizálására, esetleges növelésére. A beszámolót a jelenlévők tudomásul vették.

A következő napirendi pont a kitüntetések átadása volt. Az ELFT javaslatára a következők részesültek kitüntetésben:

Kiváló Munkáért: *Janóczki József* tanár, szaktanácsadó, Debrecen, Margit téri Ált. Isk.

Mikola-díj: *dr. Zátonyi Sándor* igh. OPI (nyugdíjas), *Baranyi József* szaktanácsadó, Kecskemét, Pedagógiai Intézet.

A Mikola-díjak odaítélésével messzemenően egyetértett minden jelenlévő, amit többek között a lelkes és hosszantartó taps is méltón jelzett.

Tóth László vez. szaktanácsadó, az eszközbírálo bizottság elnöke ismertette az eszközkiállítás tapasztalatait. Elmondotta, hogy a beérkezett eszközök a korszerű tanítást segítik. A beérkezett anyagok között voltak igen korszerűen elkészített anyagok is, de egyszerű és az oktatást mégis megfelelően segítő anyagok is. Az eszközkiállítás díjait a következő nevelők kapták:

1. díj: *Németh Lajos* (Csokonyavisonta), (Tanért díj)
2. díj: *Pintér Lajos—Rónaszéki László* (Érd), (Debrecen Városi Tanács díja)
3. díj: *Dr. Márki-Zay János* (Hódmezővásárhely) (ATOMKI díja)

Dicséretben részesült: *Érsek István* (MM díj), *Varga András* (MM díj), *Lőrinc Zoltán* (MM díj).

A közönségdíjat *Németh Lajos* kapta nagyon szépen kivitelezett és a tanórákon szinte nélkülözhetetlen eszközeinek bemutatásáért. A zsűri és a közönség értékelése most is azonos volt.

A számítógépes kiállítók munkáját *Csákány Antalné*, a zsűri elnöke értékelte. Elmondotta, annak ellenére, hogy kevés kiállító volt, a zsűri mégis összetett, bonyolultabb és szebb programokat vizsgálhatott meg, mint az előző évben. Az elnök szavai szerint ez is igazolja a nevelők nehéz körülmények közötti áldozatvállalását. Felhívta arra a figyelmet, hogy a kép ne legyen zsúfolt, ne legyen sok a szöveg, nagyobb — olvashatóbb — legyen a betűtípus. Ez évben ismét megfogalmazta azt a kívánságot, hogy ne uralkodjanak el a számonkérő programok. A számítógépes kiállítók díjazása:

1. díj: *Schadenberger Endre* (Győrújbarát), (MM díj)
 2. díj: *Pénzes Ákos* (Vác), (OOK díj)
 3. díj: *Schreiner Mihály* (Szigetszentmárton), (Gördülőcsapágy díj)
Janóczki József (Debrecen), (H-B Megyei Tanács díj)
Nagy Imre (Szegvár), (H-B Megyei PI díj)
Jakabffy Dénes (Zalaszentgrót), (H-B Megyei PI díj)
Jármezei Tamás (Nyíregyháza), (MM díj)
Szedes László (Sátoraljaújhely), (OOK különdíj)
- Közönségdíj: *Schadenberger Endre* (MM díj)

A díjkiosztás után került sor a fórum lebonyolítására. *Rónaszéki László*, a fórum vezetője elmondotta, hogy előzetesen 32 kérdés érkezett, s legtöbbször a minisztériumnak címezték azokat. A válaszokat *Dávid László* igyekezett összegezni. Elmondotta többek érdeklődésére, hogy az ötnapos óraterv csak javaslat, melynek bevezetése fakultatív módon történhet. Az óraszám-változással kapcsolatban a nevelők öntevékenységre és egyben megnövekedett felelősségre utalt. Kérdések kapcsán kitért arra, hogy szükségesnek látszik a tantárgyi arányok megváltoztatása az általános iskolában. Beszélt az igazgatóválasztások tapasztalatairól, valamint a tanári tevékenységbe beszámítható tenni-valókról.

*Dr. Halász Tibor*a beérkezett kérdésekkel kapcsolatban az óraszám-változásoknál a gyermek érdekeit helyezi előtérbe. Javasolt anyag-átcsoportosítást is. *Károlyházy Frigyes* tanár úr is az óraszám-változásokból eredő feladatokról szólt. A fórumon általában hosszú vita alakult ki az ötnapos órarendben jelentkező óraszám-változás gondjairól. Volt, aki központi javaslat megjelenését tartotta elsődlegesnek, mások a tanári szabadság mellett emeltek szót, azt hangoztatták, hogy a magyar pedagógusok képesek ennek a problémának is maradéktalan és jó megoldására. A vitában egy hozzászóló szenvedélyesen szólt arról a helytelen gyakorlatról (mely elsősorban az iparban volt tapasztalható), hogy a jól dolgozótól, az eredményeket felmutatótól vettek el kedvezményeket. A zajos tetszésnyilvánítás azt jelezte, hogy a jelenlévők túlnyomó többsége egyetért e felszólalással.

Takács Emőke a Tanért tevékenységével kapcsolatos dolgokra reflektált. Szólt az eszközgyártás gondjairól, kitért arra a kérdésre, hogy a Tanért miért nem gyártja az Eszközkiallításokon díjat nyert eszközöket. Válaszolta a pótalkatrészek megvásárlásának módját. Az optikai paddal kapcsolatos kifogás-

sok jogosságát elismerve utalt arra, hogy csehszlovák eszköz is van forgalomban, mely valamiben jobb, mint a magyar gyártmány.

Gecső Ervin, az OPI munkatársa is az óraszámváltozásból adódó probléma megoldására adott javaslatokat.

Az ankéton nagyon ügyes kiállítással vett részt a *Tanért* is. Bemutatta legújabb eszközeit (változtatható hajlásszögű lejtő, ingasorozat a hullámmozgás vizsgálatához, különböző demonstrációs és tanulói készletek), s egy árjegyzék kiadásával is igyekezett segíteni a vásárlást. Külön érdeklődésre tartott számot a számítógéphez kapcsolt mérőkísérlet (Zátonyi Sándor-féle programokhoz).

A Tanári Ankét harmadik napján *Bohdaneczki Lászlóné* elnök vezetésével folytak a tanácskozások. Elsőnek *Fonódi Gyula* vezető szaktanácsadó tartott előadást „A kísérletezés szerepe a megismerésben” címmel. Az előadó a témával kapcsolatos legújabb elméleti ismereteket fogta össze, adta azok nagyon frappáns összegezését. Elsősorban azonban a gyakorló pedagógus számára legtöbbet nyújtó gyakorlati megvalósítások sokszínűségéről szólt. Kiemelte a kísérletezés fontosságát, elmaradhatatlan voltát. Megfelelő módon gazdagította a jelenlévők ismereteit.

Befejezésül *Szabó Árpád*, az ungvári Zalka Máté Középiskola tanára, aki az ankét résztvevője volt, szólt a szovjet iskolák rendszeréről, a fizikatanítás szervezetről. Tájékoztatást adott a tantárgy tanításának szovjet iskolákban tapasztalt problémáiról és eredményeiről. A résztvevők érdeklődéssel hallgatták a szép stílusban elhangzott, nagyon logikusan felépített előadást.

Az ankét befejező előadása — ugyancsak a hagyományoknak megfelelően — csillagászati témájú volt. *Zombori Ottó*, az Uránia Csillagvizsgáló Intézet igazgatója tartott nagyon lebilincselő előadást a ma csillagászatáról. Közvetve ahhoz is segítséget nyújtott, hogyan lehet megszerettetni a gyerekekkel ezt a nagyon szép és igen gyorsan fejlődő tudományt. Felhívta a jelenlévők figyelmét arra, hogy az intézet külön kiadvánnyal kereste meg az iskolákat, ebben a Baráti Körbe való jelentkezésre való felhívás mellett diaárjegyzék is van, könyvajánlás és eszközvásárlási lehetőség jelzésével együtt.

A szakmai program végeztével *Juhász Béláné*, a Városi Művelődési Osztály vezetője búcsúzott a vendéglátó város nevében az ankét résztvevőitől.

Utolsó mozzanatként *Csákány Antalné* értékelte a majdnem három nap szakmai értékeit. Kiemelte a foglalkozások sokszínűségét, a szervezés precíz voltát, a vendéglátók igyekezetét.

A résztvevők véleménye szerint tartalmas, sok esetben új dolgokat adó ankétot szervezett az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Általános Iskolai Szakcsoportja a vendéglátók közreműködésével.

„A tanítás is kiváló módja a tanulásnak,
mert már egészen egyszerű dolgok alapos
meggondolásával is mindig felismerünk
valami érdemlegeset.”
(H. Hertz)

GOBBI ISTVÁN—KOVÁCS SÁNDOR—SOMOGYI GÁBOR

Hertz elektrodinamikai és kvázioptikai kísérletei egyszerű eszközökkel

A megvalósításra ajánlott kísérletek és eszközeik könnyen lehetővé teszik a nagyfrekvenciás elektromágneses jelenségek és hullámok tanulmányozását és demonstrációját. A kísérletek sorrendjét úgy választottuk meg, hogy az nagy vonalakban kövesse Heinrich Rudolf Hertz — 100 évvel ezelőtt, 1888 decemberében, illetve 1889-ben befejezett — kutatását, ezért egy-egy eredeti megoldással párhuzamba állítjuk az iskolákban, szakkörökben is megvalósíthatókat. Ezzel egyrészt kibontakozik előttünk egy korszakalkotó kísérletező fizikus gondolkodásmódja és kutatási módszere, másrészt így az anyag bő és szabad választékot nyújt a pedagógus számára, hogy belátása szerint válogasson bemutatás és szakköri kísérletsorozatok céljára.

Eszközeink és a velük végezhető kísérletek előzetes ismertetése

A Hertz-kísérletek reprodukciójához javasolt *detektáló* eszközöket szándékosan olyan egyszerű kivitelben terveztük meg, hogy anyagaik beszerzése se legyen nagyobb akadály, és akár általános iskolai fokon is elkészíthetők legyenek. A kis hatótávolságú (10—15 m-es) sugárzáshoz szükséges nagyfrekvenciás rezgéskeltő, az *oszcillátor* felépítése — pl. az „*Eszközök műszaki leírása*” keretében megadott kapcsolás szerint — már inkább középiskolás feladat, és esetleg szakemberek pártfogó segítségével valósítható meg. (Kivitelüket lásd pl. a címlap „könyves” ábráján!)

Az oszcillátor frekvenciáját úgy választottuk meg a deciméterhullámú (UHF) tartományban, hogy a hullámhossz Hertz kvázioptikai kísérleteihez alkalmazott 454,5 MHz értékhez ($\lambda = 0,66$ m) közel essen, s így egyszerű eszközeinkkel nem csupán a *Maxwell-féle elektromágneses fényelmélet* (reflexió törés stb.), hanem ezeket megelőző és eredetileg kb. 30...40 MHz frekvencián végzett „*elektrodinamikai hullámkísérletek*” (rezonancia, hullámjelleg, dielektromos polarizáció stb.) tantermi méretek között is szemléletesen demonstrálhatók legyenek.

Feltételezve, hogy a még részletezendő eszközök idővel rendelkezésre állnak, ki-ki maga győződhet meg Hertz ekképpen összefoglalt tapasztalatairól: „*az indukció hatásának hullámszerű terjedése szinte kézzelfoghatóvá válik*”, és sikerül elvégezni „*azokat az elemi kísérleteket (is), melyeket a fénnel és a sugárzó hővel szokás*”.

Rövid problémátörténet

Az idézett megállapításokhoz azonban intuíció, leleményesség, megfigyelés, szabályok megállapítása, újabb felvetések, majd elvi megfontolások és kontroll-kísérletek gazdag sorozatán át lehetett csak eljutni 1886. és 1889. között két és fél év munkájával, melynek egyik csúcspontja Hertz 1887 novemberében ért el, a másikkra 1888 decemberében. Ehhez az erőfeszítéshez a készletet a probléma ösztönzőereje adta, mert igaz megállapítás, hogy akkor következik be mindig

új fordulat a tudományban, ha a korábbi *érvény* problematikussá válik. Így történt, amikor *Helmholtz* felismerte, hogy a „közvetlen — időt nem igénylő, instantán — távolhatáson” alapuló *Weber-féle* elektrodinamika ellentmondás-nem áll az energia megmaradásának elvével. Figyelme ezért az akkor még nem erősített, de a térben pontról pontra terjedő és időben végbemenő, „közvetett távolhatást” feltételező *Faraday—Maxwell*-elméletre irányult. Döntendő a két elmélet között, az experimentum crucis, a „perdöntő kísérlet” igényével a problémát így fogalmazta meg: „*Vajon a szigetelőkben fellépő dielektromos polarizáció váltakozása ugyanazon elektrodinamikai hatásokat idézi elő környezetében, mint a vezetékben folyó galvánáram?*” Ennek kimutatására 1879-ben a *Berlini Tudományos Akadémia* által pályadíjat is tűzetett ki. Mivel pedig *Helmholtz* nem csupán problémalátó kiváló tudós, hanem egyszerűen jó pedagógus is volt, külön is bízta a legkésőbb tanítványát, az akkor 22 éves *Heinrich Hertzt*, gondolkozzon el és vállalkozzék a megoldásra. (A még *Maxwell* javasolta és *Michelson* által kivitelezett kísérletsorozat 1881-ben kezdődött.)

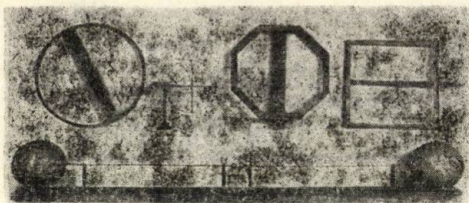
Hertz első kísérleteihez vezető út

„*Forgó gömbök indukciója*” című doktori értekezése (1880) „eljegyzés” az elektrodinamikával. Még két és fél évig *Helmholtz* tanársegédje, de a pályamű megoldásával még nem tud mihez kezdeni. Kiolvasta ugyanis a *Maxwell*-egyenletekből, hogy csak nagyon gyors váltakozású polarizáció idézheti elő a várt hatást, de ehhez eszközöket a berlini egyetemen akkoriban még nem találhatott. 1883-ban *Kielbe* a Műszaki Főiskolára hívják meg docensként. Ebben a munkakörben nem sok örömet lel. Mint kutatót gyengén felszerelt laboratórium várja, s mint pedagógus némi iróniával jegyzi meg: „A hallgatóság létszáma erősen időjárás függő.” A probléma azonban foglalkoztatja. Elektrodinamikai és elektromágneses sugárzások kísérletein elmélkedik, és igen alaposan áttanulmányozza *Maxwell* elméletét. Erről és a „jelenkori (*Weber—Neumann-féle*) *elektrodinamika alapegyenleteiről*” elméleti összehasonlítást végző tanulmányt írt. Mégsem bizonyult hiábavalónak a kieli időszak. Tűnődések és olvasmányok eredményei később két „szerencsés véletlen”-nel ötvöződtek.

1885-ben a karlsruhei Műszaki Főiskola Fizika Tanszékének élére kerül. Nagy öröme itt jól felszerelt laboratórium várja, s az eszközöket próbálgatva két, az indukció bemutatására szolgáló tekercsen, ún. „*Riess-féle spirálison*” akad meg tekintete. S itt jön az első „véletlen”, melyről a francia úgy tartja, hogy csak értelemhez szegődik. Kézbe veszi az egyik „spirális”-t és leydeni palackot süt ki rajta. Erre a kissé távolabb fekvő második tekercs majdnem érintkező kivezetései között heves szikrázás indul meg. Ahogy ezt a jelenséget észlelte, átlátta, hogy akkora távolságon át lassú változások indukciós hatása nem érvényesülne. A primer szikrák folyamatában gyorsabb rezgéseknek is fel kell tehát lépniük. *Feddersen* forgó tűkörrel szétbontott villamos szikráinak oszcilláló képe ismert volt előtte, de ezek rezgésideje (számításokból) 10^{-4} s nagyságrendűnek adódott, és ezt Hertz nem tartotta még alkalmasnak kísérletei céljára. 1886 őszén jut arra, hogy a „zárt rezgőkörökkel szemben az elmélet szerint ezeknél szaporább rezgés létrehozása is lehetséges nyitott vezetőkben, melyek végeire nem túl nagy kapacitásokat helyezünk el.”

Hertz oszcillátora és „rezonátora”

Így alakul ki az első oszcilláló dipólus, melynek gömbkondenzátorai az erősebb kisugárzást és tologatással a hangolást is biztosították. Az 1. ábrán (alul) látható — ma a müncheni *Deutsches Museum* által őrzött — szerkezet két félegyenes vezetőlől áll, s ezért „*línáris oszcillátor*”-nak is nevezett és



Ruhmkorf-féle szikrainduktorral gerjesztett rezgéskeltő, 1886—87-ből. (A későbbiekben Hertz a gömböket lemezekkel is váltogatta.)

1. ábra. Hertz eszközei 1886—87-ből.

Az oszcillátor sugárzását érzékelő, detektáló „szekundervezetők” vagy „rezonátorok” különböző változatai ugyancsak az 1. ábrán (fent) láthatók. Ezen mikrométeres szikraközzel felszerelt „hurkok” közül leginkább a 35 cm átmérőjű került alkalmazásra. A hurokban indukált szikrák hossza általában 0,01...1,5 mm közé esett. Normál atmoszférában ezt 10 V és 1000 V nagyságrendű feszültségnek értékelhetjük. (Ezzel összehasonlítva kísérleti tranzisztoros oszcillátorunk teljesítményét, ez mindössze 50...100 mW és a térerősség értéke épületen kívül, attól előírás szerint 30 m-re nem haladja meg az $500 \mu\text{V/m}$ értéket. Hertznek azonban az ilyen zavarvédelmi előírásokkal még nem kellett törődnie.) A rezonátorokkal szemben a Hertz-oszcillátor szikrái — melyek lényegében a két fél-oszcillátor közötti „kapcsoló” szerepét töltötték be, s melyekre a csillapodó nagyfrekvenciás rezgések csupán szuperponálódtak — legkedvezőbb hatást 5—20 mm hosszúság mellett eredményeztek.

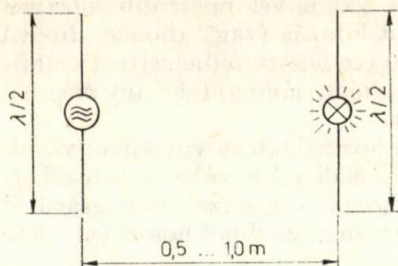
Álljunk meg itt a fizika tanítása nézőpontjából is tanulságos esetről. Az eredeti adatok alapján kiszámíthatjuk az első nagyfrekvenciás rezgéskeltő — mint nyílt rezgőkör — frekvenciáját a Thomson-formulát is figyelembe véve, de mást is számításba kell venni, s ez középiskolai feladatként szépen kidolgozható. Az 5 mm átmérőjű fém pálcá összhossza 1,5 m (mely Hertz adatai alapján SI-egységekkel kifejezve $L = 1,902 \text{ nH}$ induktivitást eredményez), és a horganylemezről készült 15 cm sugarú gömbkondenzátorok kapacitása egyenként 16,67 pF. S itt a feladat nem formális fordulata. Utóbbi értékeket ui. feleznünk kell, mert az egymástól távol álló gömbök között egységnyi potenciálkülönbséget feltételezve a környezethez képest egyenként $U/2$ potenciál jelentkezik, vagyis a töltés $Q = CU/2$, tehát nem $C \cdot U$, hanem $C/2$ -t kell számításba venni! Hertz figyelmen kívül hagyta ezt. Utóbb Poincaré hívta fel erre Hertz figyelmét, mivel tévesen $1,77 \cdot 10^{-8} \text{ s}$ értéket ad meg egy félperiódusra, szemben a helyes $1,77/\sqrt{2} = 1,25 \cdot 10^{-8} \text{ s}$ értékkel. Mások is tévedtek azonban. A frekvencia kiszámításánál az utókorban következtek el hibát, amikor elvették Hertz következő kikötését: „A T rezgésidőt egyszerű (vagy fél-) rezgésidőként határozzuk meg, ... mely a rezonanciakísérleteknél alkalmazott primervezetőre (oszcillátorra) jellemző volt.” Így tévesen 80 MHz-ben állapították meg az első Hertz-oszcillátor frekvenciáját, holott az valójában 39,97 ~ 40 MHz frekvencián rezgett. (S ezek után még nehezteljünk tanítványaink hibáiért!)

Mindezek ismeretében Edison — akit megkérdeztek, mivel is kísérletezik Hertz — joggal adta ezt a tömör választ: „Szikrákkal és rezgésekkel”. Kísérjük ezek után tovább ezt az életművet az iskolákban is megvalósítható kísérletekkel párhuzamosan követni.

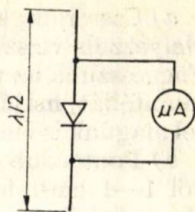
Kísérletek „nagyon gyors villamos rezgésekkel” és „elektrodinamikai hullámokkal”

1. Nagyfrekvenciás sugárzás demonstrációja

Állítsuk fel az eszközöket a 2. ábra szerinti elrendezésben, illetve, ahogy a címlapon könyvek nélkül állnak a készülékek. Felvethetjük a kérdést: Mi szükséges ahhoz, hogy a „lámpás dipól” felizzon? Többen arra szoktak gondolni, hogy telepet kellene kapcsolni a dipólt képező vezetékekhez. A tápegység bekapcsolásával az oszcillátor jelzőlámpája egyszerre villan fel annak jeléül, hogy az izzólámpa csak az oszcillátortól kaphatta energiáját kisugárzás formájában. Az eszközök távolságát változtatva a térerősség változása is kimutatható. Ugyanezt elvégezhetjük a diódás dipólushoz (3. ábra) kapcsolt érzékeny műszerrel nagyobb távolságban is. (Így a sugárzási „közel zóna” $U=f(r)$ diagram is felrajzolható.)



2. ábra. Oszcillátor és izzólámpás dipól



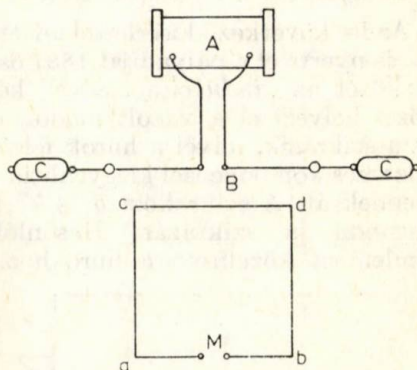
3. ábra. Diódás dipól műszerrel

Itt jegyezzük meg, hogy Hertz a kísérleteit általában hurokkal végezte, mivel a 3 m hosszú dipólust nem lett volna könnyű kezelni. Ezzel szemben a hurok vagy keret „érzékenysége” lényegesen kisebb, mivel az ún. „hatásos magassága” elmarad a dipólusé mögött. A mi dipólusaink geometriai hossza $\lambda/2$, „villamos hossza”, azaz hatásos magassága: λ/π . A hurokkal (kerettel) ekvivalens hatásos magasság: $2 \cdot \pi \cdot A/\lambda$, ahol A a keret felülete m^2 -ben és λ m-ben adott. Esetünkben a dipól és a hurok hatásos hosszainak aránya > 100 , ezért választottuk az eredeti kísérletektől eltérően a dipólos indikációt.

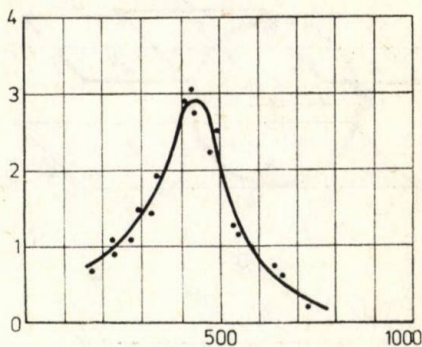
2. Rezonanciakísérletek

Hertz a kísérletek kezdetén arról kívánt meggyőződni, hogy az oszcillátorban végbemenő folyamatok szabályos, periodikus rezgések-e? Előbb keretben indukált szikrákkal végzett kísérletsorozatból megállapította, hogy a keret mentén, a közepén „semleges pont”, azaz „csomópont” tapasztalható. Ez már rezgésjelenségre utalt, és határozottabb bizonyíték végett rezonancia jelenség létrehozásával foglalkozott. Eszközeit ehhez a 4. ábra szerint rendezte el, és a mérést úgy végezte, hogy az A induktorral és B oszcillátorral szemben kb. 0,5 m távolságban elhelyezett keret $ac = bd$ hosszát $0,1 \dots 2$ m között változtatta ($ab = 0,8$ m), majd ezek függvényében megmérte az indukált szikrák hosszát, és az értékpárokat az 5. ábra szerint rajzolta fel. (Ebből rezonáns „szekunder-körének” jósági tényezőjét $Q = 3-4$ -re becsülhetjük.) Hertz sohasem elégedett meg egyetlen kísérlettel, ezeket mindig újabbakkal kontrollálta. Így pl. „adott keretméretek mellett az oszcillátor $C-C'$ kapacitásait a rúdon tologatva hangolta az oszcillátor rezgésszámát is. Még ezt is csomópontok kimutatását szolgáló újabb sorozat követte. Ezek közben kísérli meg az oszcillátornak a keret helyett vevődipólra való hatását is kimutatni, miáltal a kezdeti 0,5 m távolsággal szemben 1,2 m, majd 3 m hatótávolságot is elér. (Íme, a hatásos hosszak jelentősége!)

Kísérleti eszközeinkkel a rezonanciajelenség kimutatása a következő módon lehetséges:



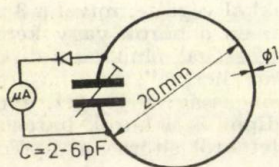
4. ábra. Hertz rezonanciakísérlete (Eredeti rajz alapján)



5. ábra. Hertz rezonanciagörbéje

a) Cseréljük ki a vevődipól pálcát $\lambda/2$ -nél valamivel hosszabb huzalra! Helyezzük vízszintes állásba az oszcillátor és a lámpás (vagy diódás) dipólt! Függesszünk az utóbbi végeire 2 cm széles és 10 cm hosszú félbehajtott alumíniumfóliát, majd tologassuk a dipól talppontja (dióda, lámpa) felé! Így műszerrel magunk is megmérhetjük a rezonanciagörbét.

b) Pontosabb méréshez célszerűbb, ha a meghosszabbított vevődipól végeiből 1—1 cm-t fogóval lecsipkedünk, és így vesszük fel a változó értékeket. Meggyőződhetünk arról, hogy a legkedvezőbb hossz — a huzal vastagságától függően — többé-kevésbé $\lambda/2$, és ez jól egyezik a sugárzó dipól hosszával, akár két összehangolt húr.



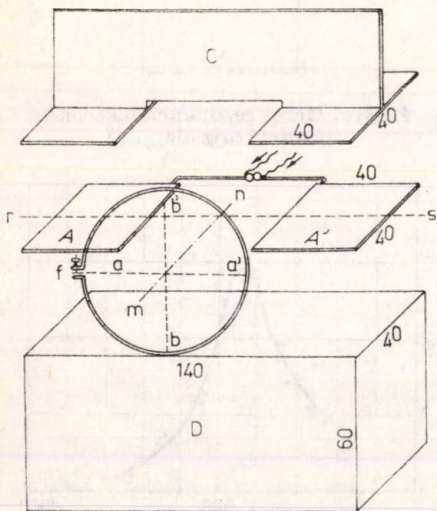
c) Készítsünk a 6. ábra szerinti adatok alapján zárt rezgőkört. A rezonanciát ezzel is demonstrálhatjuk. Ha módunkban áll a kapacitásértékeket a szögelfordulás szerint hitelesíteni, a kísérlet a Thomson-képlet igazolására is alkalmas.

6. ábra. Rezgőkör kristálydiódával

d) Kondenzátor nélküli hurok hosszváltoztatásával is létrehozhatunk rezonanciát. (Huzalvastagság $d = 1 \dots 1,5$ mm vörösréz vagy Al. Kiinduló méret kb. $D = 200$ mm Ø.) Hurok inuktivitása Neumann nyomán nagyfrekvenciára $L = \mu_0 D \cdot (\ln D/d + 0,079)/2$.

3. „Szigetelőkben végbemenő elektromos folyamatok okozta indukciójelenségekről”

Az itt következő kísérlettel adott Hertz végső választ Helmholtz problémájára, és nyerte el a pályadíjat 1887 őszén. Ennek a zseniális kísérletnek alap-eszközét az „indukciós mérleg” képezte (7. ábra). Az $A-A'$ oszcillátorhoz közel helyezi el a vázolt módon a rezonátort, mely adott helyzetben f -nél nem szikrázik, mivel a hurok felső és alsó ívére ható E villamos erőtér párhuzamos komponensei kiegyenlítik egymást, és a hurkon indukcióvonalak nem mennek át. A szikraközt b és b' felé forgatva az egyensúly megszűnik, megindul a szikrázás. Hasonlóképpen megbillen az egyensúly, ha C fémlamezt közelített a hurokhoz. Ekkor ezt el kellett forgatni a saját



7. ábra. Hertz „indukciós mérleg”-e

síkjában, hogy ismét egyensúly álljon be. „Azonban ennek az indukciós mérlegnek az a sajátossága, hogy akkor is jelez, ha nagyobb tömegű szigetelőt közelítünk hozzá” írja, Hertz, majd tüzetesen kifejti a mérleg funkciójának princípiumait, és a D helyre nyolcféle különböző anyagot helyezve megállapítja, mekkora szögben kell esetenként a hurkot elforgatni, és hogy a hatást a dielektrikumban fellépő változó polarizáció és az ezt kísérő elektromágneses indukció idézi elő.

A bővebben itt nem részletezhető kísérletet igen egyszerűen is elvégezhetjük, ha az izzólámpás dipólt olyan távol helyezzük az oszcillátortól, hogy éppen csak vörös izzásban legyen. Ekkor toljunk a két dipól közé egy köteg könyvet—

melyekkel először Hertz is kipróbálta mérlegét —, s ettől eltávolodva megfigyelhetjük, hogy a papír váltakozó polarizációja okozta másodlagos sugárzás következtében a kis izzó felragyog, ahogyan a címlapon látható kísérlet is mutatja. Műszeres dipóllal kísérletezve különböző anyagok hatását is megvizsgálhatjuk. Ezeket a kísérleteket azért is említjük, mert az „indukciós mérlegről” ma már a fizikátörténeti könyvek sem emlékeznek meg, pedig ezáltal erősödött meg Hertz meggyőződése a hatás véges sebességgel történő terjedését illetően. Most már erre is veszi kutatásainak irányát. Egyik — a mi kísérleteinket kevésbé érintő — kísérletsorozatának következményeként állapítja meg ezeket: „Nagyon valószínű, hogy az elektromos távolhatások véges sebességének ez az első megnyilvánulása”. Továbbiakban: „Tervem, . . . , hogy a primer vezető szapora rezgései által szabályos, tovaterjedő hullámokat keltsünk (az oszcillátorra merőlegesen) kifeszített vezetékben. Így a szekunder vezető (rezonátor) a huzalban és a levegőben terjedő hullámok interferenciáját kell mutassa. Ez a tervem sikerült. Eszerint az indukció hatása mindenképpen véges sebességgel terjed”. Így halad szisztematikusan 1887—88 telén, s egy újabb szerencsés véletlen kapcsán, mint írja „Olyan jelenséget figyeltem meg, mely az indukció jelenségeinek az épület faláról történő visszaverődésével látszik értelmezhetőnek”. Ennek kivizsgálásával folytatja munkáját 1888 folyamán. Az egyébként rendkívül érdekes részletektől itt is el kell tekintenünk, de remélhetőleg kárpótlásul állnak a következők szerint elvégezhető kísérletek.

4. Visszaverődés és „a tér állapotának alternáló jellege”

Helyezzük el a függőlegesen állított oszcillátor-dipóllal szemközt 1—2 m távolságban egyik oldalán háztartási alumíniumfóliával bevont rajztáblát az oszcillátor irányára merőlegesen. A mikroampermérőhöz kapcsolt, ugyancsak függőleges állású diódás dipólt (3. ábra) állványával együtt lassan toljuk az az oszcillátor felől a tábla felé! Határozott maximumok és minimumok mutatkoznak a műszeren az állóhullámok alkotta duzzadási helyeken és csomópontoknál. A fémfelület közelében ugyancsak minimumot mérhetünk. Amennyiben a hatás gyenge, több mód is kínálkozik fokozására:

1. Állítsuk a vevő dipólt az oszcillátor közelébe úgy, hogy végkitérést jelezen a műszer! Ezután a falat közelítsük az oszcillátor felé, az ingadozás így szembetűnőbb!

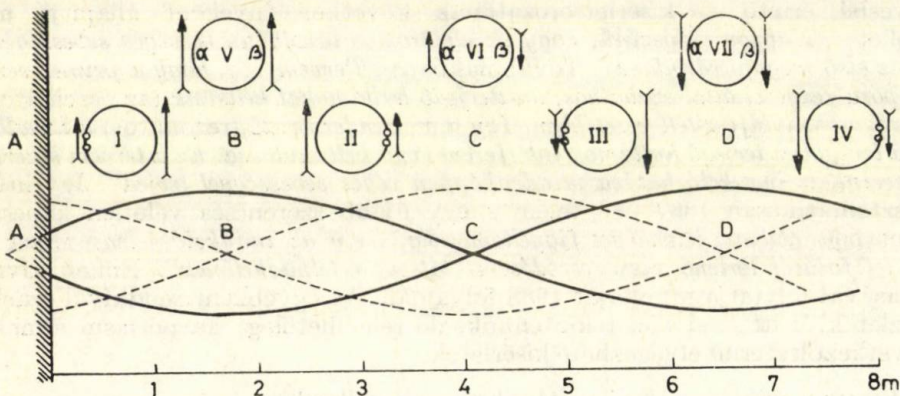
2. Két másik rajztáblát is vonjunk be fóliával, és az oszcillátor mögé állítsuk ezeket úgy, hogy hosszabb oldaluk álljon függőlegesen, és 90° -os szöget zárjanak be egymással! A sugárzó dipól és szöglet távolsága $f > \lambda/4$. Ezáltal ún. „Sarokreflektort” hoztunk létre, mely a hatást jelentősen erősíti (s valamennyire helyettesíti a parabolatüköröt). A saroktükör szögváltoztatásával külön is érdemes kísérletezni.

3. Tantermi demonstrációhoz dolgoztuk ki a diódás dipól integrált áramkörös erősítőjét. (Lásd az „Eszközök műszaki leírása” alatt!) Ez 3,5 V-os zseblámpaizzót is táplálni képes az oszcillátortól 5—10 m távolságon belül és nagyméretű iskolai demonstrációs műszer is hozzákapcsolható. Ha tehát a szemközti falon alumíniumfóliákból csíkokat függesztünk egymás mellé kb. ugyanilyen távközökkel (s ezeket esetleg földeljük is), utánozhatjuk a Hertz által reflektorként felismert víz- és gázvezetékeket, és az érzékeny műszert a termen végigvezetve a zseblámpaizzó hol izzani kezd, hol kialszik úgy, ahogy Hertz szerint „ezáltal a tér állapotának alternáló jellege” bukkan elő.

(Kísérletezés közben ügyeljünk arra, hogy testünkkel ne árnyékoljuk el a dipólt, kissé tartsuk oldalt, és egy másik kísérletező hozza a mindenütt jól látható műszert. Megfelelő megoldás lehetne, ha rendelkezésünkre áll valamilyen fából készült kézikocsi.)

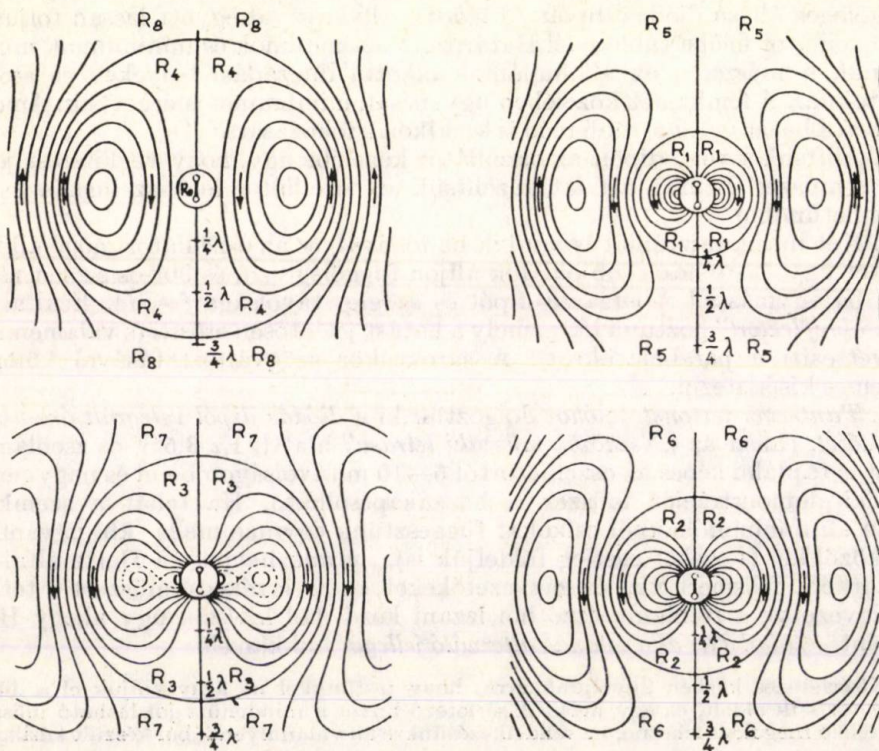
5. Az E vektor és B vektor kettéválasztása az elektromágneses hullámokban

Ehhez a kísérlethez az erősítővel ellátott diódás dipólt és hurkot alkalmazzuk. Előbbiben E -vel, utóbbiban B -vel arányos feszültség keletkezik. Ám állásuk korántsem közömbös. A hullámsíkban 90° -kal elforgatva a dipólt a rezgés síkjából nem mérhető feszültség. A hurok ugyancsak a rezgés síkjába állítva eredményez maximális feszültséget, tehát az indukcióvonalakra merőlegesen. Ilymódon meggyőződhetünk arról, hogy EB -re és értékük a terjedés



8. ábra. Hertz állóhullámrajza

9. ábra. Elemi dipól erővonal ábrái (Hertz)



(tehát c irányában) változik. (8. ábra). Továbbhaladva az állóhullámok mentén mind az E , mind a B okozta feszültség különböző pontokban megmérhető és éppúgy ábrázolható a távolság függvényében, ahogy azt Hertz is tette (9. ábra). A kihúzott vonal az elektromos állóhullámot jelzi, melynek a fal mögött lévő A csomópontja a fal tökéletlen vezetőképességéből adódik. A szaggatott vonal a fázisban eltolt és előbbire merőleges mágneses állóhullámot jelzi. A vonalak fölötti körök a rezonátor különböző helyzeteit jelölik, de ezt mi nem használjuk ki. Az általa mért hullámhossz $9,0 \dots 9,6$ m közé esett. (A frekvencia tehát ennél a mérésnél 32 MHz lehetett.) Oszcillátorunk hullámhosszát hasonlóképpen mérhetjük meg.

Ezek a kísérletek már módot nyújtanak a frekvencia ismeretében a fény terjedési sebességének mérésére is, kb. 2—3 % pontossággal. Hertz ugyan ezt a mérést nem végezte el, mivel a frekvenciát mérni nem tudta, de fantáziája által most már a *Maxwell-féle elektromágneses fényelmélet* bizonyítási lehetősége csillan fel: „Bizonyára érdekes gondolat, hogy a vizsgált folyamatokkal mindazokat a jelenségeket milliószoros nagyításban ismételhetjük meg, melyet a fénnel vagy sugárzó hővel szokás”. (5.)

„Elektromos rezgésekről a Maxwell-egyenletek alapján” c. nem kísérleti tartalmú Hertz-tanulmány említése csupán egyrészt elektrodinamikai munkásságának kronológiai teljessége, másrészt koncepciója miatt kívánczik ide. Kísérleteinek a Maxwell-elmélet alapján történő elemzését a Maxwell-téregyenletek polárkoordinátákban történő felírása és az általa bevezetett „Hertz-féle vektor” által végzi el, s kimutatja a sugárzó elemi dipól környezetében végbemenő folyamatokat. Az általa készített 9a, b, c és d ábrákon a villamos erővonalak leszakadásának, létrejöttének különböző fázisait szemlélteti. (Megjegyezzük, hogy Hertz ábráiról hiányzó mágneses erővonalakkal együtt kitűnő sztereoképet nyújt a *III. gimnáziumi tankönyv sztereoábra-sorozata*, melyet a más iskolatípusokban tanítók figyelmébe is előszeretettel ajánlunk).

Kvázioptikai kísérletek

Az elektrodinamikai kísérletek igazolták ugyan magát a Faraday szemléletére épülő Maxwell-elméletet, de az ebből következő „elektromágneses fényelmélet”-et még nem. Ezért törekedett Hertz most már rövid-, 66 cm hullámhosszúságú (454,5 MHz) sugárzással a fénnel rokon, tehát „mintegy optikai” jelenségek előállítására. Ezek eredményeit „Az elektromos erők sugarairól” címen 1888. december 13-án ismerteti a *Berlini Tudományos Akadémián*, s így kezdi: „Közvetlenül azután, hogy szerencsém volt bebizonyítani az elektro(mágneses) rezgéseknek a térben hullámként történő terjedését, olyan kísérleteket végeztem, melyekkel ezeket a hatásokat összenyalábolhattam és nagyobb távolságban (13—16 m) tettem érzékelhetővé a primer vezetőt (dipól) nagyobb méretű (fém) parabola-tükör gyújtóvonalába helyezésével.” (Eredeti rajz a címlapon látható.) Hertz ezeknél a kísérleteinél már elhagyja a rezonátorhurkot, és a detektáláshoz egy második parabola fókuszvonalába helyezett szikraközzel ellátott dipólt alkalmaz. (Mindkét esetben $f \geq 12,5$ cm.)

Az iskolai kísérletekhez parabola helyett az állóhullámok kapcsán említett „sarokreflektort” alkalmazzuk, melyeknek alufóliával bevont rajztábláit pl. Bunsenállványokkal rögzíthetjük.

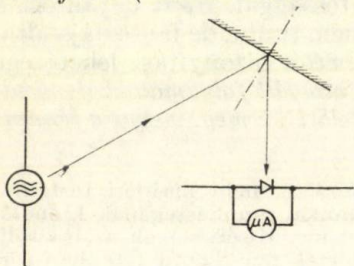
1. Egyenes vonalú terjedés

Helyezzük az oszcillátordipóltól az érzékelhetőség távolságába az egyszerű lámpás vagy diódás, esetleg az erősítőhöz kapcsolt dipólt. (Sarokreflektor itt nem is feltétlenül szükséges.) A sugárzó és vevő közé toljuk be a fóliás táblát, mire az indikáció megszűnik. A vevődipól mozgatásával megkereshetjük az „árnyékhatárokat” is.

2. Polarizáció

Legegyszerűbben a vevődipólnak a hullámsíkban történő 90° -os elforgatásával mutathatjuk ki. Hertz azonban ennnyivel nem érte be. 2 m magasságú és szélességű, nyolcszögű fakeretre 3–3 cm távolságban 1 mm vastag vörösréz huzalból „hárfaszerű” szerkezetet készített. Amikor ennek „húrozását” a két egymásra merőleges dipól között egyik vagy másik dipóllal párhuzamosan állította be, változást nem tapasztalt. 45° -ban állítva be a huzalokat, a vevődipól szikrázása megindult. „*A jelenség teljesen azonos azzal, mint amikor keresztetett nikolok közé turmalinlemez téve a sötét tér kivilágosodik.*” (Ezt a kísérletet valamivel kisebb méreteken is kipróbálhatjuk.)

3. Reflexió (Visszaverődés törvénye)



10. ábra. Elektromágneses hullámok visszaverődése

Az eredeti kísérletnél a két parabolát szemközt állították a visszaverődő fémfelülettel úgy, hogy optikai tengelyeik egymást a reflektáló felület megfelelő pontjában metsszék. Ezt a parabolák elfordításával érte el és így megtalálható volt a maximális szekunderszikra, amikor is $\alpha = \beta$ megmérhető volt. Ennél egyszerűbb megoldást mutat a 10. ábra. (A dipólok azonos síkban állnak, a visszaverő felület erre merőleges.) A méréshez sarokreflektorok sem feltétlenül szükségesek.

4. Törés

Hertz ezt a jelenséget nagy, 12 mázsa tömegű szurokprizmával mutatta ki. Erről persze gyakorlatilag le kell mondanunk, de igen érdekes részleteket közöl az eredeti kísérletről is *A Fizika Tanítása* 1988. 1. száma. A gyakorlat céljára századunk egyik legkiválóbb kísérleti fizikusának, R. W. Pohnak a kísérletét ajánljuk, mely egyszerű és igen meglepő. Töltsünk meg egy hosszú mérőhengert közönséges csapvízzel, és mérítsük be cérnaszállal a $\lambda/2$ hosszúságú lámpás dipólunkat izzó állapotban.

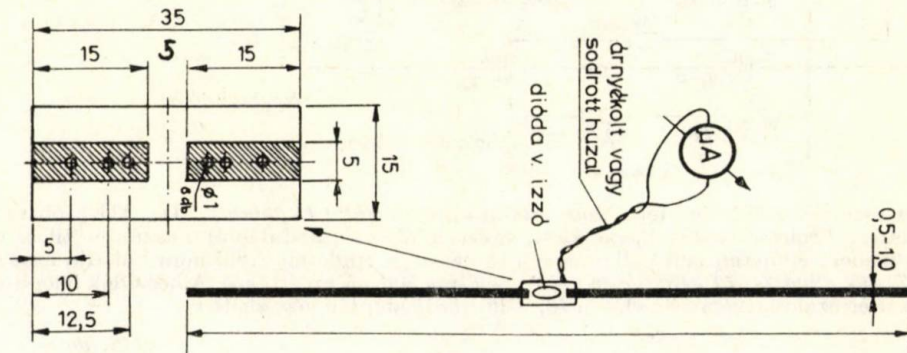
A fény fokozatosan csökken, megszűnik a rezonancia, a lámpa kialszik. Mivel az új törésmutatójú közegben n -ed részére csökken a hullám terjedési sebessége és hossza, a dipól hosszát is ilyen mértékben kell csökkenteni. A Maxwell-féle anyagi egyenletek szerint a törésmutató $n = 1/\sqrt{\varepsilon \cdot \mu}$, s mivel vízre $\varepsilon = 81$ ($\mu = 1$), a dipól hosszát most 9-ed részére csökkentve ($\lambda/18$ értéknél) ismét rezonancia áll be.

Hertz három geometriai — s az állóhullámokat mint interferenciajelenséget nézve — és két hullámoptikai kísérlete gyönyörűen igazolta Maxwell elektromágneses fényelméletét. S mivel parabolái által a kezdeti 0,5...1,5 m-es hatótávolságot 20 m-re is megnövelte, felvetették neki: „Akkor ezekkel a sugarakkal távirójeleket is lehetne közvetíteni!”. Erre ő azonban csak ennyit mondott: „Lehet, hogy igen, de az a fontos, hogy a Maxwell-elmélet igaz.” Már nem technikai kérdések foglalkoztatták, hanem az „igaz” és a „világrend” értékkategóriái. Legalábbis erről tanúskodnak 1889 őszén Heidelbergben immár szélesebb körben tartott előadásának szavai: „... már többé nem az elektromosság, hanem az optika fogalomkörében gondolkodunk. Már nem a vezetéken folyó áramot látjuk, sem a felgyülemelő töltéseket; csak hullámokat látunk a térben, ahogy egymással találkoznak, szétáradnak, egyesülnek, egymást erősítve és gyengítve... Az optika területe többé már nem korlátozódik a mm törtrészét kitevő hullámokra, hanem hullámokat fog egységbe, melyek hossza méter vagy kilométer is lehet. ... Minden lángban, minden világító atomban elektromos folyamatokat látunk...”

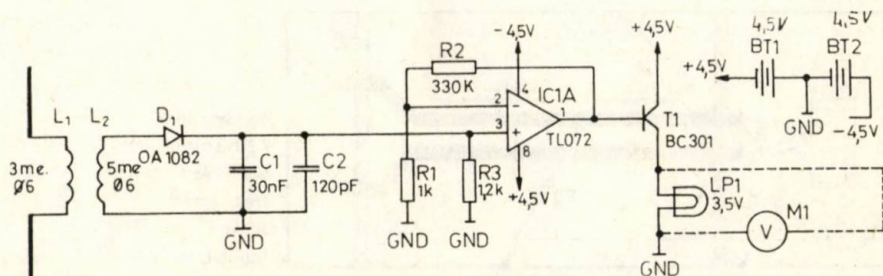
S lehetne-e több értéke a fizika tanításának annál, hogy a probléma feltárásától, ennek ösztönző és örömmel dolgozó megfejtésén át világképpel is megajándékozza tanítványait? Úgy ahogy erről *Hertz* és sok más nagy egyéniség életműve is tanúskodik.

Eszközök műszaki leírása

A detektorok két fajtája a 11. ábra szerint készíthető el rézfóliával bevont nyomtatott áramköri (ún. NYÁK) lemezen. A műszervezeték itt és alább is árnyékolt (vagy sodrott) huzal. Hasonló lemezre szerelhető a 6. ábra rezgőköre is.

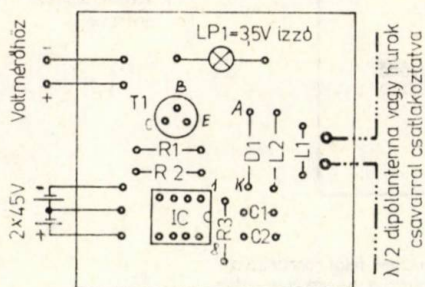


11. ábra. Dipól és szerelőlap

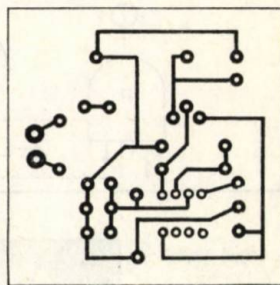


12. ábra. IC-s detektor kapcsolása

Integrált áramkörös detektor (12. ábra). A dipól vagy pl. csavarkötéssel cserélhető 200Ω hurok transzformátorral illeszkedik az egyenirányító körhöz, melyet egyenfeszültségű IC-erősítő és tranzisztoros végerősítő követ. A 330-szoros IC-erősítés R_2 cseréjével változtatható. Az „antennatranszformátor” mérettartó, erős huzalból készült olyan menetemelkedéssel, hogy közeibe a tekercseket koaxiálisan egymásba toljuk. A szerelőlap (13. és 14. ábra) frögépszalagos dobozba tehető.

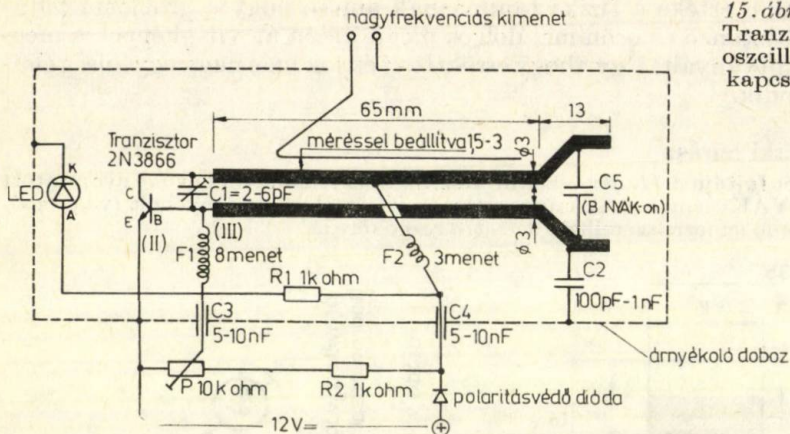


13. ábra. IC-s lemez alkatrészek felől



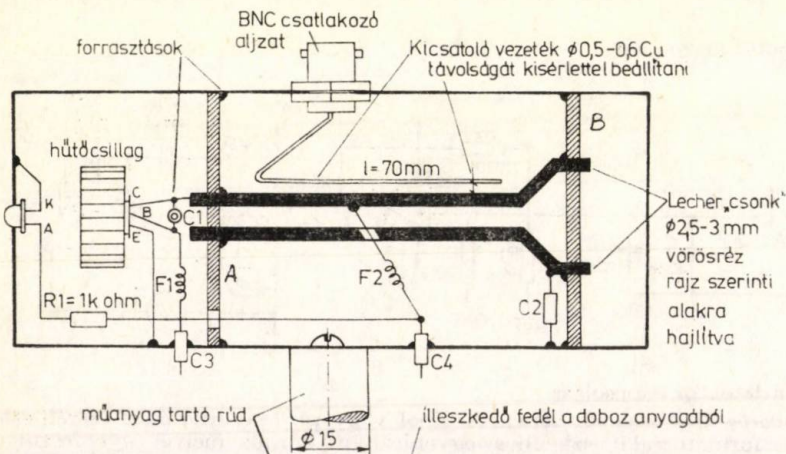
14. ábra. IC-s lemez áramkör felől

15. ábra
Tranzisztoros
oszcillátor
kapcsolási rajza

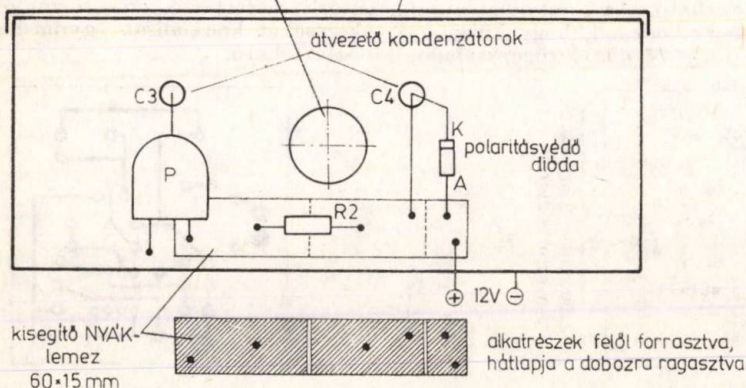


Az oszcillátor Hartley-féle „hárompont kapcsolású” (15. ábra I., II., III.) önrezgő rendszer. Frekvenciastabilitása kicsi, ezért adóként (modulálva) használni tilos, de zárt térben, épületen belül alkalmazva téroróssága épületen kívül nem haladja meg az *MSZ—07 8204/3—71*, „Rádiózávarok” c. előírás $500 \mu\text{V/m}$ értékét. A készülék felépítése — esetleg szakmai segítséggel — a 16.—20. ábrák alapján végezhető el.

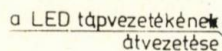
16. ábra
Oszcillátor
belső elrendezése



17. ábra
Oszcillátor
külső szerel
vénye



50×50 mm-es Lv. 1; 1,5 vagy 2 mm-es egyoldalas nyomtatott áramkörti lemezből

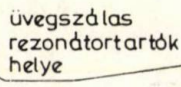


A Lecher –t forrasztással rögzítsük

A Lechner –t forrásszással rögzítsük

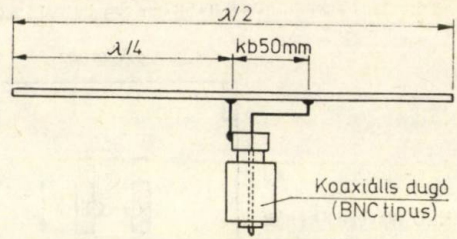
A tartókat a sarkaikon forrasszuk a dobozba

18. ábra. Rezonátortartók üvegszálbetétes lemezei



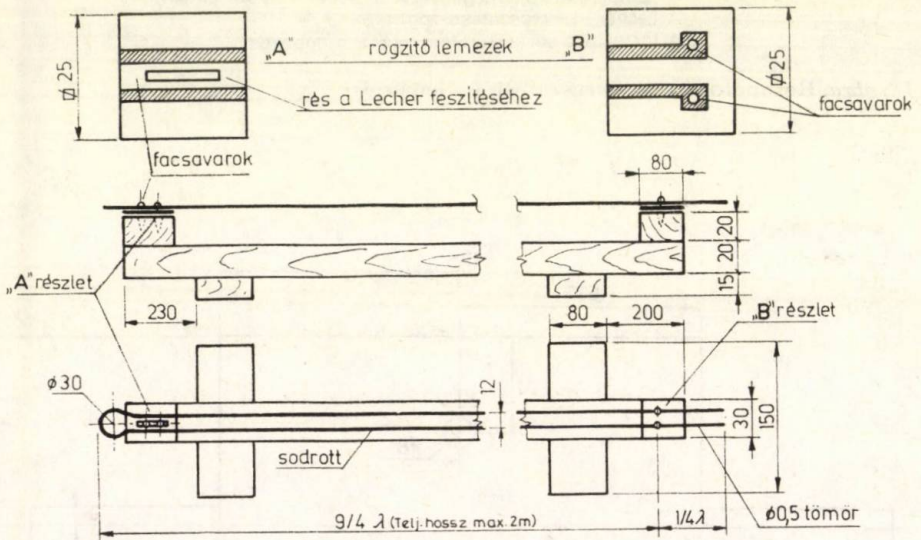
Anyag: lv. 0,3-0,5 mm-es vörösréz,
vagy ónozott vaslemez

19. ábra. Oszcillátordoboz szabásmintája

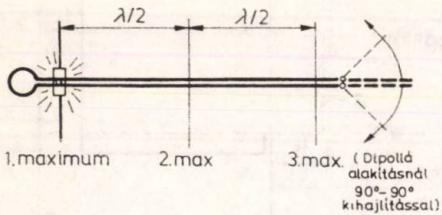


20. ábra. Dipól csatlakoztatása BNC dugóhoz

A Lecher-rendszer egyik végén hurokkal lezárt, másik végén a csavarkötésnél nyitható párhuzamos (sodrott, csupasz vörösréz) huzalpár. Az oszcillátorhoz ugyancsak BNC csatlakozóra szerelt másik (zománcszigetelésű, $\varnothing 30$) hurok és a Lecher-hurok koncentrikus egymáshelyezésével induktív csatlakozunk. A vezetékrendszerben —



21. ábra. Lecher-rendszer és tartozékai



22. ábra. $\lambda/2$ mérése

mint rezonátorban — állóhullámok jönnek létre. Ezek hosszát a 22. ábra szerint a maximum helyek közötti $\lambda/2$ távolságok által mérjük és $f = c/\lambda$ is meghatározható. Pontosabb méréshez hagyjuk a dipólt a hurok közelében, és a Lecher másik vége felől alufóliából készített rövidzárral közelítsünk az oszcillátor felé. Így mutatjuk ki a B hullámok maximumait. Az E hullámok váltakozását védőellenállás nélküli, megdörzsölt ebonitrúddal előgerjesztett ködfénylámpával vizsgáljuk. Így E és B fáziseltolódása is megállapítható. Látványos kísérletet végezhetünk fénycsővel, ha ezt a vezetékpárra vagy a nyitott vezetékvégekhez „cellux” szalaggal erősítjük fel, és ugyancsak előgerjesztést követően felvillannak a címképen látható állóhullámok és a sugárzó feszültség-maximumai.

Anyag- és alkatrészjegyzék

Detektorokhoz:

2 db kristálydióda OA 1082 típusú
1 db trimmerkondenzátor (kerámia) 2,5...6 pF
2 db szubminiatűr kvarcóraizzó (1,5 V 20 mA)
1 db kristálydióda, OA 1082 típusú
3 db ellenállás: 1 k Ω , 1,2 k Ω ; 330 k Ω ; (0,25 W)
2 db kerámiakondenzátor (30 nF és 120 pF)
1 db integrált áramkör, típ.: TL 082 v. TL 072
1 db tranzisztor, BC 301
1 db zseblámpaizzó (3,5 V)
2 db zsebtelep (4,5 V)

Oscillátor:

1 db tranzisztor 2N3866 vagy 2N3553
1 db trimmer pot.méter, 10 k Ω , típ.: P7810, v. P7820
2 db ellenállás: 1 k Ω
1 db trimmerkondenzátor 2,5...6 pF
2 db átvezető (cső-) kondenzátor 10 nF
1 db kr. dióda BY 133 vagy BY 134
1 db világítódíóda (LED) típ.: VQA 17
1 db kerámia- v. stiroflex szig.kond. 100 pF...1 nF
1 db koaxiális csatlakozóaljzat, típ.: BNC
2 db koaxiális csatl. dugó, típ.: BNC
2 db fojtótekercs (egyéni készítésű) $\varnothing$ 0,3 huzalból $\varnothing$ 3 magra 3 menet és 8 menet

Egyéb anyagok:

Üvegszálbetétes NYÁK-lemez 90 · 180 mm

(melyből az összes kisebb lemez lombofűrészszel kivágható)

Ónozott vaslemez vagy vörösréz lemez (0,3...0,5 vast.) Összesen: 160 · 300.

Huzalok: tömör vörösréz, sodrott vörösréz, árnyékolt vezeték és telepvezetékek.

Hosszuk a rajzok alapján.

Hűtőcsillag tranzisztorhoz (HCS 4)

Műanyag tartórúdhhoz $\varnothing$ 15...20 keménygumi v. hasonló (Plexi, Danamid).

Tartórúdak az állványokhoz, kb. 500 hosszú, $\varnothing$ 35 PVC-cső

Faanyagok: Állványtalpakhoz (kb. 150 · 120 mm)

Vastagság kb. 20...30 mm.

Lecher-rendszerhez rajz szerint.

Csavarok: rajz és szükség szerint.

Alkatrész- és anyagköltség kb. 1300 Ft.

Optikai vékonyrétegek

A gimnáziumok harmadik osztályában, az év elején ismerkednek meg tanítványaink a hullámtan alapjaival. Elég sok új alapfogalmat kell elsajátítaniuk, mely néha nehézségeket okoz. Célszerű ebben az időben tanítani a hullámoptikát is, nem foglalkozva a fény elektromágneses jellegével. Ebben az esetben itt mutathatjuk be a látványos optikai kísérletek jelentős részét, és néhány, a tananyagon túlmenő ismerettel, alkalmazással gazdagíthatjuk tanítványaink ismereteit, amire az év végén már valószínűleg nem maradna időnk. Az új fogalmak elmélyítéséhez ajánlom a holográfia alapjainak ismertetését (A Fizika Tanítása 1986/2.) és az optikai vékonyrétegek vázlatos tárgyalását.

Mindannyiunk előtt ismerős jelenség a szappanbuborék és a nedves aszfalton szétterülő olajfolt szivárványszerű színei. Ezeknek a jelenségeknek közös vonása, hogy az igen vékony hártyszerű réteg két felületről visszaverődő fényhullámok interferenciájával magyarázhatók.

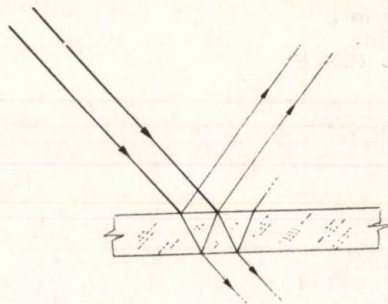
Számoljunk ki egy egyszerű példát ezzel kapcsolatban!

A víz felszínén levő vékony olajréteg egyik helyen pirosnak, egy másik helyen kéknek látszik. A két hely közt a színek a színeknek megfelelően folytonosan mennek át egymásba. Mekkora a megfigyelt két helyen a hártya vastagsága? Mekkora a vastagságkülönbség?

Megoldás

A vékony olajréteg egyik része azért piros, mivel a kb. $\lambda_1 = 500$ nm zöld hullámok (a piros kiegészítő színe) kioltják egymást. A másik helyen pedig azért kék, mert a $\lambda_2 = 600$ nm narancsszínű hullámok oltják ki egymást.

A vizsgált két helyen a fényhullámok egy része az olaj egyik, a másik része az olaj másik határfelületén verődik vissza (1. ábra). Az olajban a hullámhossz



1. ábra

$\frac{\lambda}{n}$ $n=1,5$ a törésmutató, így a kioltás feltétele: $2d = \frac{\lambda}{2n}(2k+1)$, $d = \frac{\lambda}{2n}(k+0,5)$. A két hely között a színek nagyjából folyamatosan mennek át egymásba, tehát a kioltás rendjét megadó k egyenlő. A $k=1$ legyen, mivel növekedésével az interferenciaszínek veszítenek élénkségükből.

A vastagság az egyik pontban: $d_1 = (k+0,5) \frac{\lambda_1}{2n}$, $d_1 = 250$ nm.

A másik pontban: $d_2 = (k+0,5) \frac{\lambda_2}{2n}$, $d_2 = 300$ nm.

A vastagságkülönbség: $d_2 - d_1 = 50 \text{ nm}$.

Ezen az elven működnek az úgynevezett optikai vékonyrétegrendszerek. *Optikai vékonyréteg* az a réteg, amelynek vastagsága a fény hullámhosszának nagyságrendjével megegyező nagyságrendű, és határfelületei közel párhuzamosak.

Lézertükrök

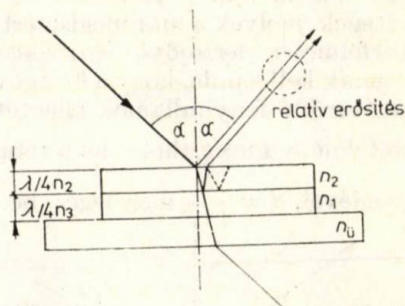
A legtöbb lézer működéséhez két különleges tükrre van szükség. Az egyik fényvisszaverő-képességének majdnem 100 %-osnak kell lennie, a másiknak általában 96–98 %-osnak a lézerfény hullámhosszára nézve. Ezeknek a feltételeknek a mindennapjainkban használt fémből készült tükrök nem felelnek meg, mivel a lézerben előforduló nagy fényintenzitások hatására tönkremennek, és a visszaverődés sem hullámhosszfüggő.

Lézertükröknek a gyakorlatban úgynevezett *interferenciatükrök*et használnak. A hordozó egy üvegtest, amelyre nálánál kisebb törésmutatójú (CaF_2 , LiF , MgF_2) anyagot párologtatnak fel $\frac{\lambda}{4n}$ vastagságban speciális berendezésben.

Erre egy második $\frac{\lambda}{4n}$ vastagságú, az üvegnél jóval nagyobb törésmutatójú réteget párologtatnak. A fény hullámhossza az illető anyagban $\frac{\lambda}{n}$, pl. Sb_2S_3 ($n=3$) a vákuumbelinek harmada.

A fény az $n_1 = n_{\text{levegő}} \approx 1$ törésmutatójú levegőből ér az $n_2 = 3$ törésmutatójú közegbe. Egy része *visszaverődik* és $\frac{\lambda}{2}$ fázisugrást szenved. A behatolt hullám az $n_2 = 3$ törésmutatójú közegből való kilépésnél az $n_3 = 1,2$ törésmutatójúhoz ér. Itt a maradék sugár egy része megint visszaverődik, de a fázisugrás nem lép fel. E hullám, mely a felső határfelületre visszaérkezik, nem léphet ki teljes egészében a közegből, mert egy része ismét visszaverődik. A kilépő nyaláb viszont a már előzőleg visszavert nyalábot interferencia útján erősíti, mivel ennek fáziskülönbsége szintén $\frac{\lambda}{2}$ lett,

mivel a $\frac{\lambda}{4n}$ vastagságú $n_2 = 3$ törésmutatójú rétegben oda-vissza éppen $\frac{\lambda}{2n}$ utat tett meg, így azonos fázisban vannak (2. ábra).

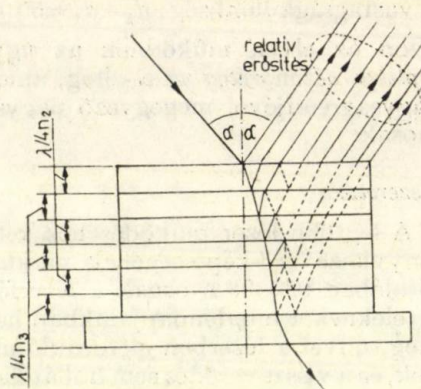


2. ábra

A visszaverődés növelésére a többszörös rétegek módszerét alkalmazzák. Az első, nagy törésmutatójú közegen át érkező fényrész a kisebb törésmutatójú közegen való áthaladás után ismét nagy törésmutatójú közegbe ér úgy, hogy egy számottevő rész ismét visszaverődik. Miután minden réteg vastagsága $\frac{\lambda}{4n}$, az összes visszavert hullám interferencia révén erősíti egymást, mert az

optikailag sűrűbb közegben a visszaverődésnél fellépő fázisugrások a $\frac{\lambda}{4n}$ vastagságú rétegen való áthaladás után λ egészszámú többszörösére egészülnek ki, tehát az összes hullám azonos fázisban van (3. ábra). Így nagyon nagy, majdnem 100%-os visszaverődést lehet elérni. A technikai nehézségek a rétegszámmal erősen nőnek.

3. ábra



A lézertükrök a felületi fémréteges tükröktől két pontban különböznek lényegesen:

1. A visszaverődés csak egy hullámhosszra tökéletes. A szomszédos hullámhosszaknál már erősen gyengül, a még távolabbi hullámhosszakon pedig már egyáltalán nem lép fel.

2. Teljes visszaverődés csak egy meghatározott beesési szögre lehetséges, mégpedig arra, amelyikre a tükröt készítették.

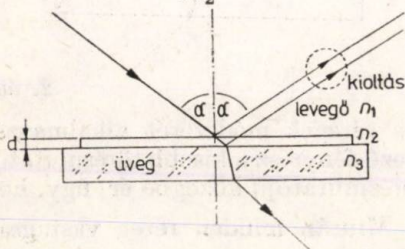
A tükröz visszaverő-képességének a hullámhossztól és a beesési szögtől való függése azzal magyarázható, hogy a visszavert hullám erősítése az interferencián alapul. Például merőleges beesésre készített tükrőnél, ahol a rétegvastagság $\frac{\lambda}{4n}$, a λ -tól eltérő hullámhosszú és eltérő beesési szögű, de λ hullámhosszúságú sugarakra a rétegvastagság már nem $\frac{\lambda}{4n}$.

Készíthetők egészen speciális áteresztésű és visszaverő-képességű tükrök is rétegszám változtatásával.

T-rétegek

Egy másik fontos változata az optikai vékonyrétegeknek az úgynevezett T-rétegek, melyek a már megismert interferenciamódszerrel a levegő és az üveg határfelületén létrejövő fényvisszaverődést csökkentik. Ennek a rétegnek olyannak kell lennie, hogy a levegővel érintkező és az üveggel határos felületről visszaverődő fényhullámok ellentétes fázisban találkozzanak (4. ábra). Ez a követelmény kielégíthető, ha a réteg optikai vastagsága egyenlő a hullámhossz

negyedével, $d = \frac{\lambda}{4n_2}$ merőleges beesésnél, $n_1 < n_2 < n_3$. A legtöbb esetben az



4. ábra

üveghordozóra MgF_2 -ből, törésmutatója $n = 1,38$ és kriolitból, $n = 1,36$ visznek fel több réteget. Napjainkban már a legtöbb átlátszó optikai elem felületét ellátják ilyen réteggel. Megismerni jellegzetes kékes, lilás vagy zöldes csillogásukról lehet, pl. fényképezőgépek lencséje.

Interferenciaszűrők

Ezek olyan vékonyrétegeszközök, melyek nem elnyelés alapján nyerik színüket, hanem a vékonyrétegek két felületén keletkező többszörös visszaverődések útján előálló interferencia révén választják szét a fényt hullámhosszúságuk szerint.

A legegyszerűbbek az úgynevezett Fabry—Pérot-féle szűrők. Az üveghordozóra egy kevésbé áteresztő és erősen tükröző fémréteget visznek fel (általában ezüstöt), majd egy szigetelőréteget, amelynek vastagsága határozza meg a kiszűrt fény hullámhosszát. A harmadik réteg ismét egy részben áteresztő tükröző fémréteg (5. ábra).



5. ábra

Áteresztési maximumai a szűrőknek ott vannak, ahol teljesül az állóhullám-feltétel, $L = (q + 1) \frac{\lambda}{2n}$, ahol q a csomók száma. A nem kívánt maximumokat színes üveggel lehet kiszűrni. A két fémréteg helyett itt is alkalmazható változva kis és nagy törésmutatójú rétegrenszer $\frac{\lambda}{4n}$ vastagságban, ahol λ a kiszűrni kívánt hullámhossz. A szűrőréteg $\frac{\lambda}{2n}$ vastagságú. Az így készült jó minőségű szűrő áteresztési szélessége mindössze 2 nm.

Ezeket a szűrőket nagyon sok lézeres mérőberendezésben alkalmazzák (távolságmérés, irányzás, sebességmérés stb.), hogy a fotodetektorra csak a méréshez használt lézerefény kerüljön.

Az optikai vékonyrétegek előállítására vákuumgőzöléssel történik. Erősen légritkított térben az anyagot magas hőmérsékleten elpárologtatják, és a gőz molekulái leülepednek az üveg felületére, azon egyenletes vastagságú réteget alkotnak. A több rétegből álló rendszerek rétegeinek vastagságát gőzölés közben állandóan ellenőrizni kell, mert másodperceken, sőt a másodperc tört részein múlik, hogy egy réteg rendeltetésszerűen vagy éppen ellenkező értelemben fog működni.

A gőzölt réteg vastagságát gyakran piezoelektromos rezgőkristály rezgés-számának megváltoztatása alapján mérik. A kristályt a vákuumtérben helyezik el, erre is ráakodik a réteg, és a vastagságával közel arányosan megváltozik kristály rezonanciafrekvenciája.

Korszerű berendezésekben a rétegvastagságot programozni lehet, és a gép az előírt vastagság elérésekor a gőzölést automatikusan megszünteti. A vákuum gőzölési folyamat csak másodpercekig tart, a leghosszabb időt a levegő kiszívása veszi igénybe.

E néhány példa egyszerűsített magyarázata alapján látható, amellet, hogy új ismeretekkel is gazdagítottuk tanítványainkat, tulajdonképpen az interferencia, törés, visszaverődés és fázisugrás fogalmát mélyítettük el.

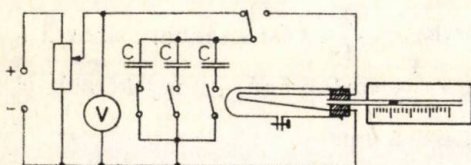
Az 1986—87. évi Országos Középiskolai tanulmányi verseny – I. kategória – kísérleti forduló feladatainak megoldásai

A szakközépiskolai tanulók számára rendezett 1986—87. évi OKTV fizika-versenyének harmadik, kísérleti fordulóját 1987. április 22-én, a Pécsi Janus Pannonius Tudományegyetem Tanárképző Karának Fizika Tanszékén rendezték meg. A versenybizottság a második fordulóban nyújtott teljesítmények alapján 12 tanulót hívott be a kísérleti fordulóra. A rendelkezésre álló 4 óra alatt, a hagyományoknak megfelelően, a tanulóknak két mérési feladatot kellett megoldani. A továbbiakban ismertetjük a kitűzött mérési feladatokat és azok megoldását.

A tanulók a mérési feladatokat feladatlapon kapták.

1. Feladatlap

1. Általános tudnivalók:



A munkahelyén az ábra (1. ábra) szerint összeállított kísérleti berendezést találja. Az összeállítás lehetővé teszi, hogy a kondenzátorokat 0—8 V közötti tetszőleges feszültségre feltöltse, és egy vékony, nagy ellenállású levegőtermoszkópban lévő huzalon keresztül kisűsse.

1. ábra

A kondenzátorok kapacitása egyenlő ($C = 1000 \mu\text{F}$), a kapcsolók megfelelő állításával pedig különböző nagyságú kapacitások állíthatók elő. A *maximálisan használható töltőfeszültség* 8 V. Ennek betartására nagyon ügyeljen, mert ellenkező esetben a kapilláris csőben mozgó folyadékszál (alkohol) megszakadhat vagy kiszaladhat, ami a további mérést lehetetlenné teszi.

Tanulmányozza az alapjelenséget! Töltse fel az $1000 \mu\text{F}$ kapacitású kondenzátort 8 V feszültségre, majd süsse ki az ellenálláshuzalon keresztül! A termoszkópba bezárt levegő tágulását tekintse *izobár folyamatnak*! Vegye a külső levegő nyomását 10^5 Pa -nak! A kapilláris cső belső átmérője 1 mm.

A rendelkezésre álló eszközök felhasználásával dolgozzon ki olyan mérési eljárást, amely lehetővé teszi, hogy meghatározzuk a termoszkópban lévő levegő által termikus módon felvett energiát!

2. Feladatok

1. Az összeállított berendezéssel vizsgálja meg, hogy a termoszkópban lévő levegő által termikus módon felvett energia hogyan függ a feltöltött kondenzátor kapacitásától és feszültségétől! Ábrázolja a mért eredményeket!
2. Határozza meg, hogy milyen hatásfokkal működött a berendezés, azaz hogy a feltöltött kondenzátor energiájának hány százaléka adódott át valójában a termoszkópban lévő levegőnek! Végezzen 3 esetben számítást!
(A levegő állandó nyomáson és állandó térfogaton mért fajhőinek hányadosa $k = c_p/c_v = 1,4$.)

3. Megjegyzés

A mérési jegyzőkönyv készítése során törekedjen az áttekinthetőségre! A mérési jegyzőkönyv tükrözze a mérési eljárást és a munka menetét.

A rendelkezésre álló idő 120 perc.

Az 1. mérési feladat megoldása

1. Az alapjelenség tanulmányozása során látható, hogy a feltöltött kondenzátornak az ellenálláshuzalon keresztül történő kisülése után a termoszkópban lévő m tömegű levegőt elzáró folyadékszál az A keresztmetszetű vízszintes csőben x távolsággal elmozdul. A lejátszódó tágulási folyamatot tekintsük izobár folyamatnak!

Legyen a kondenzátor egyszeri kisütése során a termoszkópban lévő levegő által termikus módon felvett energia Q , a levegő által végzett tágulási munka W' , a külső légnyomás pedig p_0 ! Legyenek továbbá a levegő állapotjelzői a kisítés előtt: p_0, V_1, T_1 , a kisítés után pedig p_0, V_2, T_2 :

A termodinamika első főtétele szerint:

$$Q = E_2 - E_1 + W'. \quad (1)$$

$$\text{Ebből:} \quad c_p m (T_2 - T_1) = c_v m (T_2 - T_1) + W'. \quad (2)$$

$$W' = (c_p - c_v) \cdot m \cdot (T_2 - T_1). \quad (3)$$

Q -t és W' -t összehasonlítva:

$$\frac{Q}{W'} = \frac{c_p m (T_2 - T_1)}{(c_p - c_v) m (T_2 - T_1)}. \quad (4)$$

Ebből:

$$\frac{Q}{W'} = \frac{c_p}{c_p - c_v}, \quad Q = \frac{k}{k-1} W'. \quad (5)$$

Mivel:

így:

$$W' = p_0 A \cdot x,$$

$$Q = \frac{7}{2} p_0 A \cdot x. \quad (6)$$

(6)-ból következik, hogy a folyadékszál elmozdulását mérve meghatározhatjuk a termoszkópban lévő levegő által termikus módon felvett energiát.

2. A feltöltött kondenzátor energiája két paramétertől függ, a kapacitástól és a feszültségtől. A rendelkezésre álló berendezéssel a kapcsolók megfelelő állításával három különböző kapacitású kondenzátor állítható elő:

$$C_1 = 1000 \mu\text{F}, C_2 = 2000 \mu\text{F}, C_3 = 3000 \mu\text{F}.$$

A levegővel közölt energiának a kondenzátor jellemző paramétereitől való függését úgy célszerű vizsgálni, hogy indulásként a töltőfeszültséget beállítjuk 2V-ra. Ekkora feszültség esetén x értéke már elfogadható módon mérhető. Mérjük meg x értékeit, ha a kondenzátor kapacitása rendre 1000 μF , 2000 μF , 3000 μF ! Ezeket a méréseket 2V-tól 8V-ig végezzük el:

A mérési eredményeket az *I. táblázat* tartalmazza. (L. a következő oldalon!)

Mivel $Q = \frac{7}{2} p_0 A \cdot x$, ezért célszerű meghatározni, hogy mekkora $Q(1)$ energia felvétel tartozik a folyadékszál 1 mm-es elmozdulásához.

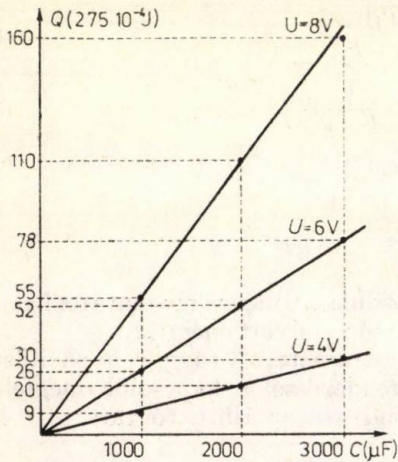
$$p_0 = 10^5 \text{ Pa} \quad Q(1) = \frac{7}{2} 10^5 \text{ Pa} \cdot (5 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 3,14 \text{ m}^2 \cdot 10^{-3} \text{ m}.$$

$$d = 1 \text{ mm}$$

$$x = 1 \text{ mm} \quad Q(1) = 2,75 \cdot 10^{-4} \text{ J} = 0,275 \text{ mJ}.$$

Vizsgáljuk meg és ábrázoljuk, hogy a levegő által termikus módon felvett energia hogyan függ rögzített töltőfeszültség esetén a kondenzátor kapacitásától!

	$C_1 = 1000 \mu\text{F}$	$C_2 = 2000 \mu\text{F}$	$C_3 = 3000 \mu\text{F}$
$U = 2 \text{ V}$	$x = 2,5 \text{ mm}$	$x = 5 \text{ mm}$	$x = 7,5 \text{ mm}$
$U = 3 \text{ V}$	$x = 6,5 \text{ mm}$	$x = 13 \text{ mm}$	$x = 19 \text{ mm}$
$U = 4 \text{ V}$	$x = 9 \text{ mm}$	$x = 20 \text{ mm}$	$x = 30 \text{ mm}$
$U = 5 \text{ V}$	$x = 15 \text{ mm}$	$x = 32 \text{ mm}$	$x = 50 \text{ mm}$
$U = 6 \text{ V}$	$x = 26 \text{ mm}$	$x = 52 \text{ mm}$	$x = 78 \text{ mm}$
$U = 7 \text{ V}$	$x = 35 \text{ mm}$	$x = 70 \text{ mm}$	$x = 115 \text{ mm}$
$U = 8 \text{ V}$	$x = 55 \text{ mm}$	$x = 110 \text{ mm}$	$x = 160 \text{ mm}$



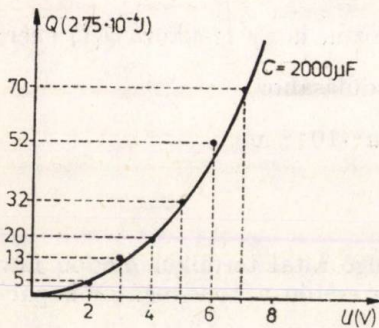
A 2. ábrán állandó 4 V, 6 V, 8 V töltőfeszültségek esetén ábrázoltuk a felvett energiának a kondenzátor kapacitásától való függését. A mért értékek alapján készített grafikonokból látható, hogy állandó feszültség esetén a levegő által termikus módon felvett energia egyenesen arányos a kondenzátor kapacitásával:

$$Q \sim C.$$

2. ábra

Legyen most a kondenzátor kapacitása állandó ($C = 2000 \mu\text{F}$). Határozzuk meg és ábrázoljuk, hogyan függ a levegő által felvett energia a kondenzátor feszültségétől! Ezt a függvénykapcsolatot tükrözi a 3. ábra.

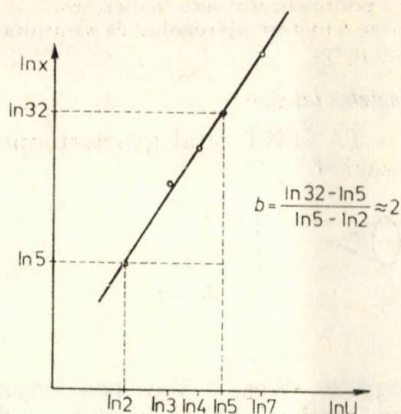
Keressük Q -nak U -tól való függését $Q = a \cdot U^b$ alakban! Logaritmizálva:

$$\ln Q = \ln a + b \cdot \ln U. \quad (7)$$


Ábrázoljuk $\ln Q$ -t, illetve helyette $\ln x$ -et $\ln U$ függvényében, és két összetartozó értékpár alapján határozzuk meg b értékét! A 4. ábra alapján:

$$b = \frac{\ln 32 - \ln 5}{\ln 5 - \ln 2} = 2,02 \approx 2.$$

3. ábra



4. ábra

A termoszkópban lévő levegő által termikus módon felvett energia tehát a feszültség négyzetével arányos:

$$Q \sim U^2.$$

3. A berendezés hatásfokát a levegő által termikus módon felvett Q energiából és a feltöltött kondenzátor $E = \frac{1}{2}CU^2$ energiájából határozhatjuk meg.

$$\eta = \frac{Q}{E} = \frac{\frac{7}{2}p_0 A \cdot x}{\frac{1}{2}CU^2} \quad (8)$$

A mérési eredmények alapján η értékét három esetben meghatároztuk. A számítás eredményét a II. táblázat tartalmazza.

II. táblázat

Sorszám	C	U	E	$\acute{O}$	η
1.	1000 μF	4 V	$8 \cdot 10^{-3} \text{ J}$	$2 \cdot 48 \cdot 10^{-3} \text{ J}$	0,31
2.	2000 μF	5 V	$25 \cdot 10^{-3} \text{ J}$	$8,8 \cdot 10^{-3} \text{ J}$	0,352
3.	3000 μF	4 V	$24 \cdot 10^{-3} \text{ J}$	$8,25 \cdot 10^{-3} \text{ J}$	0,343

2. Feladatlap

1. Általános tudnivalók

Az optikai padon elhelyezett kondenzorlencsákat úgy állítottuk be, hogy azok párhuzamos fénynyalábot állítanak elő. Ezt az összeállítást a mérés során ne változtassa! A fényforrást az áramátalakító bekapcsolásával tudja működtetni.

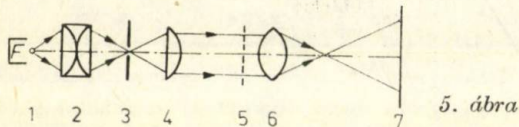
2. Feladatok

1. A munkahelyén található eszközök felhasználásával mérje ki, hogy hogyan függ a megjelölt lencse fókusztávolsága a beeső fénysugár tengelytől mért távolságától!
2. A mérést lehetőleg többféle módon is végezze el!
3. Mérési eredményeit ábrázolja!

Munkája során törekedjék a pontos beállításra és mérésre.
Mérési jegyzőkönyve tükrözze a mérési eljárásokat és a munka menetét!
A rendelkezésre álló idő: 120 perc.

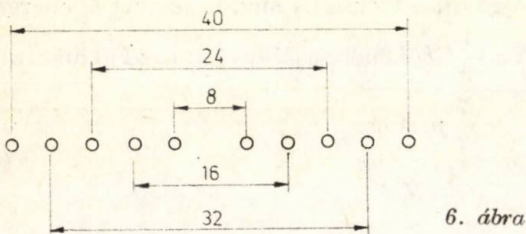
A kísérleti összeállítás részletes leírása:

A méréshez a tanulók a TANÉRT által gyártott optikai padot használták, természetesen kiegészítésekkel.



3. Megjegyzés

Fényforrásként (1.) egy 25 W-os, 6 V-os pontfényizzót alkalmaztunk. Az első kondenzort (2.) az optikai padhoz készült 2 db kondenzorlencséből állítottuk össze. A második kondenzort (4.), mely szintén az optikai pad tartozéka, a párhuzamos fénynyalábot biztosította. A diafragma átmérőjét 1 mm-re méreteztük. A párhuzamos fénynyalábot minden tanuló számára előre beállítottuk. A réssort (5.) függőlegesen helyeztük el, a lyukak átmérőjét 0,5 mm-re méreteztük.



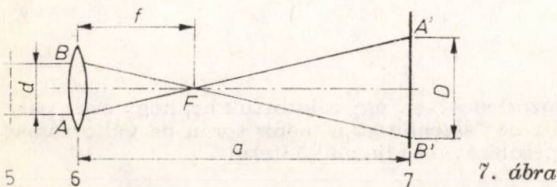
A megjelölt lencse (6.) fókusz távolsága 12 cm. Ernyőként (7.) áttetsző mm-papírt ragasztottunk az optikai pad ernyőkeretére.

Az egyes elemeket nyéllel szereltük fel, így a megfelelő lovasba helyezve, azok magasságát változtatni lehetett.

A távolságok mérésére tolómérő, a mm-papírról való leolvasás megkönnyítésére lupé állt a tanulók rendelkezésére, az ábrázoláshoz vonalzót és mm-papírt biztosítottunk.

A 2. feladat megoldásának lehetőségei:

I.



Az $AFB\Delta$ és az $FB'A'\Delta$ hasonló, ezért

$$\frac{d}{f} = \frac{D}{a-f}.$$

Átrendezés után:

$$f = a \frac{d}{d+D} = a \frac{1}{1 + \frac{D}{d}}.$$

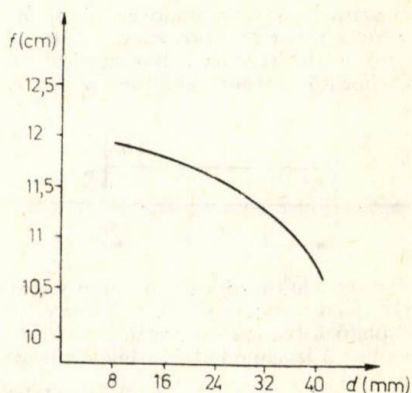
a) A résszor rögzítése után a megjelölt lencse és az ernyő helyzetének változtatásával elérhetjük, hogy $D=d$ legyen. Ezekben az esetekben $f = \frac{a}{2}$.

b) Ha az a -t rögzítjük, akkor f nagysága csak d -től függ, természetesen ekkor D is változik.

c) Ha az a -t úgy változtatjuk, hogy az ernyőt közelebb hozzuk a lencséhez, akkor adott d esetén az f ugyanakkora lesz, mint az előző esetben.

2. A résszor és a megjelölt lencse rögzítése után csak két szimmetrikusan elhelyezkedő lyukat hagyunk szabadon. Az ernyőt addig mozgatjuk, míg a két fénysugár éppen az ernyőn találkozik. Ekkor $f = a$.

A mérési eredmények ábrázolása



8. ábra

$a = 40$ cm

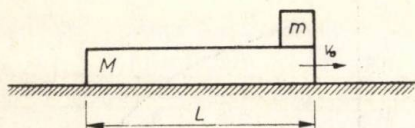
d (cm)	0,8	1,6	2,4	3,2	4
D (cm)	1,9	3,85	5,9	8,2	11
f (cm)	11,85	11,74	11,56	11,22	10,66

Az 1988. évi Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny

Fizika I.: a szakközépiskolai tanulók versenye

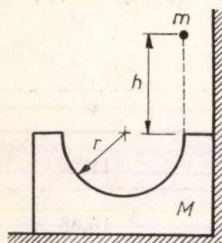
Az 1987/88. tanévben a Fizika I. kategóriában 844 tanuló jelentkezett a versenyre. Nagy várakozással tekintettünk a verseny színvonalára, hiszen ebben az évben lettek III. osztályosok azok a tanulók, akik az 1985-ben indított műszaki szakközépiskolában kezdték tanulmányaikat, és így már ők is indulhattak a versenyen. Az első fordulóra 1988. január 5-én került sor, melynek feladatai a következők voltak:

1. Egy 0,5 mol héliumból és 1,5 mol oxigénből álló gázelegyet melegítünk állandó nyomáson. Mennyivel változik meg a gázelegy belső energiája, ha melegítéskor 2700 J hőt vesz fel?
2. Vízszintes, súrlódásmentes síkon M tömegű deszka fekszik, rajta m tömegű, kis-méretű teher az ábra szerinti elrendezésben. Mekkora vízszintes v_0 sebességgel kell hirtelen indítani az L hosszúságú deszkát, hogy a teher lecsússzék róla? A deszka és a teher közötti súrlódás tényező μ (1. ábra).



1. ábra

3. Henger alakú edényben elhanyagolható tömegű dugattyú alatt M móltömegű, p nyomású telített gőz van. A dugattyút W munkavégzéssel beljebb nyomjuk. Mekkora tömegű folyadék csapódik le közben, ha a folyamat állandó T hőmérsékleten megy végbe? A lecsapódó folyadék sűrűsége ρ , a gázállandó R .



4. Téglalakú, M tömegű fémtest, amelyben egy $r=0,2$ m sugarú, félhenger alakú mélyedés van, vízszintes felületen áll egy függőleges falnak támaszkodva. Milyen maximális h magasságból engedhetünk el a mélyedés széle fölött egy $m=M/5$ tömegű, pontszerű testet, hogy az ne emelkedjen a mélyedés másik széle fölé? A súrlódástól mindenhol eltekintünk (2. ábra).

2. ábra

Az első forduló feladatai nehéznek bizonyultak a tanulók számára. A maximálisan elérhető 100 pontból a legjobb tanuló is csak 78-at szerzett. A legtöbb nehézséget a 2. és a 3. feladat okozta.

A második fordulót 1988. március 9-én rendezték meg, és ezen már csak 50 tanuló vett részt. A második forduló feladatai a következők voltak:

1. Egy 1,5 törésmutatójú, nagy kiterjedésű üvegtömb belsejéből eltávolítottunk egy +5 dioptriás lencsét. Hány dioptriás az üvegből így képződött levegőlencse?
2. A $D=15$ N/m rugóállandójú rugóval összekötött, vízszintes talajon álló, $m_1=0,2$ kg és $m_2=0,3$ kg tömegű kocsikat addig húzzuk szét, amíg a rugó megnyúlása 5 cm lesz. Ezután a rendszert magára hagyjuk. Az indítási helyzethez képest mennyi lesz a kocsik elmozdulása 0,1 s alatt?

3. A 2 l hosszú rúd a függőleges falra és a vízszintes talajra támaszkodva csúszik úgy, hogy az alsó végpontja állandó v sebességgel távolodik a faltól.
 - a) Milyen pályán mozog a rúd közepére erősített m tömegű, kisméretű teher?
 - b) Mekkora erővel nyomja a rudat ugyanez a teher, amikor a rúd a fallal 45 °-os szöget zár be?
4. Vákuumcella katódját 245 nm hullámhosszúságú sugárzással megvilágítjuk. 1,26 V fékezőfeszültség hatására az anódáram megszűnik.
 - a) Mekkora a kilépési munka?
 - b) Mekkora a küszöbhullámhossz?
 - c) Legfeljebb mekkora lendületet (impulzust) nyel el a katód egy elemi folyamat során?

A második forduló feladatai közül az elsőt ítélte a versenybizottság a legkönnyebbnek, ezt csak 60 ponttal értékelte, míg a többi 100—100 ponttal. A megszerezhető legmagasabb 360 pontból a legjobb eredményt, 315 pontot 1 tanuló ért el. A leggyengébb teljesítmények a második feladatban születtek. A negyedik példa inkább újszerűségével lepte meg a versenyzőket. A bizottság a dolgozatok javítása, rangsorolása, majd dekódolása után a döntőbe 12 tanulót hívott be.

A gyakorlati fordulót 1988. május 4-én tartottuk Pécsen a Janus Pannonius Tudományegyetemen. A döntőben az alábbi feladatokat kellett a tanulóknak megoldaniuk.

1. Feladatlap

1. Általános tudnivalók

Munkahelyén azonos átmérőjű és azonos anyagi minőségű acélhuzalból készült, különböző rugókat talál. A rugóra függeszthető testek tömege 50 g.

2. Feladatok

- a) A rendelkezésre álló eszközök segítségével kísérletileg határozza meg, hogyan függ egy rugó rugóállandója a rugó átmérőjétől, illetve menetszámától!
- b) Mérése alapján állapítsa meg, hogy milyen összefüggés áll fenn a rezgésidő és a rugó menetszáma között! Kísérletei során 100 g tömegű mérőtestet használjon!

Mérési eredményeit mindkét esetben ábrázolja grafikonon, és értelmezze matematikailag!

2. Feladatlap

1. Általános tudnivalók

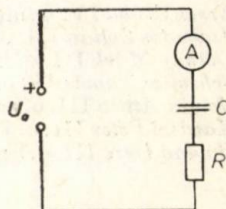
A kapcsolási rajz szerinti összeállításban a kondenzátor feltöltésekor az I áramerősség

az alábbi módon függ a feltöltés t idejétől:

(3. ábra)

$$I = \frac{U_0}{R} \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}},$$

ahol: U_0 a telep feszültsége,
 R az áramkör ohmos ellenállása,
 C a kondenzátor kapacitása
 ($e = 2,718\ 281\ 8 \dots$).



3. ábra

Hasonló függvény írja le kisütéskor is az áramerősség időfüggését.

2. Feladatok

1. Mérje meg R értékét, majd határozza meg a kondenzátor kapacitását a kondenzátor feltöltésekor, illetve kisütésekor felvett $I(t)$ függvény segítségével! $U_0 = 30$ V.
2. Határozza meg mérésének hibáját!

Megjegyzés

Az összeállítás csak a feltüntetett polaritással működtethető.

A mérési jegyzőkönyv készítése során törekedjen az áttekinthetőségre! A mérési jegyzőkönyv tükrözze a mérési eljárást és a munka menetét is!

A rendelkezésre álló idő: 120 perc.

A gyakorlati forduló feladatait a bizottság 100—100 ponttal értékelte, de a verseny végső sorrendjének kialakításánál figyelembe vette a második forduló eredményeit is.

- I. díj: *Jász Tibor* IV. o. Budapest, Landler Jenő Híradástechnikai Szakközépiskola
Tanára: *Tóth Júlia*
- II. díj: *Varjas István* III. o. Pécs, Zipernovszky Károly Gépipari Szakközépiskola
Tanára: *Kiss Jenő*
- III. díj: *Kormos Zsolt* IV. o. Miskolc, Bláthy Ottó Villamosenergiaipari Szakközépiskola
Tanára: *Pásztóhy József*

Helyezettek:

4. *Mag Tamás* IV. o. Budapest, Landler J. Szakk. Tanára: *Tóth Júlia*
5. *Mazkó László* III. o. Eger, Gép- és Műszerip. Szkk. Tanára: *Hóbor Sándor*
6. *Badinka András* IV. o. Budapest Landler J. Szki. Tanára: *Gubicza Ágnes*
7. *Veres Zsolt László* IV. o. Debrecen, Mechwart A. Szkk. Tanára: *Dr. Kopcsa József*
8. *Tóth Csaba* IV. o. Budapest, Lékai J. Hajózási Szakk. Tanára: *Juhász Jenőné*
9. *Király László* III. o. Budapest, Egressy G. Szki. Tanára: *Füredi András*
10. *Herbert Norbert* III. o. Pécs, Zipernovszky K. Szki. Tanára: *Kiss Jenő*

Dicséretben részesültek:

- Pfemeter Ákos* III. o. Győr, Hild J. Építőipari Szakk. Tanára: *Giczi Ferencné*
Kiss Sándor III. o. Boglárlelle, Kertészeti Szakk. Tanára: *Farkas László*
Kis László IV. o. Jászberény, Liska J. Szakk. Tanára: *Bakki Árpád*
Gyarmati Károly III. o. Debrecen, Mechwart A. Gépip. Szki. Tanára: *Dr. Kopcsa József*
Doholuczki Tibor III. o. Vác, Lówy S. Szakk. Tanára: *Arany Tóth László*
Matolcsi Tamás III. o. Budapest, Lékai J. Hajózási Szakk. Tanára: *Juhász Jenőné*
Kiss Péter IV. o. Eger, Gép- és Műszerip. Szakk. Tanára: *Sike Magdolna*
Bénde Péter IV. o. Székesfehérvár, Ságvári E. Műszaki Szkk. Tanára: *Theiszné Ján Ernő*
Nagy Zoltán IV. o. Budapest, Petrik L. Szki. Tanára: *Kis Jolán*
Lipovics László III. o. Esztergom, I. István HTSZ. Tanára: *Bányai Máttyás*
Kocsis András III. o. Jászberény, Liska J. Szki. Tanára: *Harangozó Károlyné*
Ersek Csaba IV. Leninváros, 106. sz. Ipari Szki. Tanára: *Lelkesi Józsefné*
Szabados Zoltán III. o. Boglárlelle, Kertészeti Szakk. Tanára: *Farkas László*
Dolhay Márk III. o. Budapest, Kolos Richárd Szaki. Tanára: *Somogyi Viola*
Schreiter Tamás IV. o. Szeged, Déri Miksa Ip. Szaki. Tanára: *Dr. Tóth Péterné*
Gonda Attila III. o. Szolnok, Pálffy J. Műszerip. Szakk. Tanára: *Báthori Attila*
Karászi Péter III. o. Debrecen, Mechwart A. Szakk. Tanára: *Dr. Kopcsa József*
Boldog Imre III. o. Szolnok, Pálffy J. Műszerip. Szakk. Tanára: *Báthori Attila*

A mozgási energia tanítása az általános iskolában

Dr. Zátonyi Sándornak a Köznevelésben — XLIII. évf. 48. sz. — megjelent írásában a következőket olvashatjuk:

„A korrekció szelleméből fakadóan keresnünk kell a tananyag feldolgozásához az új, egyszerűbb, célravezetőbb eljárásokat.” A fentiek alapján jutottam arra az elhatározásra, hogy a 8. osztályos fizikatananyag egyik legérzékenyebb részével, „A testek mozgása” c. témakör feldolgozásával foglalkozzam. Tény, hogy ez a tanítási egység a legenergiaigényesebb, és ugyanakkor az elért eredményekkel nem lehetünk elégedettek. A nehézségek és a gondok közül csupán kettőt említenék meg:

1. A rendelkezésre álló eszközökkel nem minden esetben tudjuk úgy bemutatni a munkatankönyvi kísérleteket, hogy a mért adatokkal kellően megalapozhatnánk a kialakítandó fogalmakat, ill. a létező összefüggéseket.

2. Mindennapos pedagógiai tevékenységünk végzése során nem támaszkodunk kellő mértékben a már elsajátított ismeretekre, amelyek a fizikatantervben „minimum”-követelményként megfogalmazódtak. Ezek közül csupán néhányat említenék meg, melyek mondanivalóm kifejtéséhez feltétlenül szükségesek:

- a tananyag feldolgozásának középpontjába a kölcsönhatások vizsgálatát, az energiamegmaradás érvényesülését kell állítani;
- a tanulók ismerjék fel és legyenek képesek megkülönböztetni az egyes energiafajtákat;
- a tananyagot úgy kell feldolgozni, hogy folyamatosan fejlődjenek a tanulók értelmi képességei, mindenekelőtt gondolkodóképességük.

A korrekciós útmutató „A lendület és a mozgási energia” c. tanítási egységet továbbra is törzsanyagként kezeli, de megjegyzi, hogy a két mennyiség megkülönböztetése az alapvető feladat. Mindkét fogalomról annyit tudnak a tanulók, hogy nagyságuk függ a test tömegétől és sebességétől. Ezen az órán azt kell érzékeltetni, hogy a mozgási energia a sebesség négyzetével arányos. Közismert tény, hogy ennek az összefüggésnek a létjogosultságát a munkatankönyv az ún. „papucskísérlettel” mutatja be. Be kell vallani, hogy a mért adatokkal nehéz valamilyen következtetést is megalapozni.

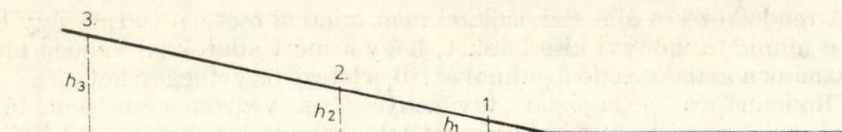
Az említett kísérletet feltétlenül be kell mutatni, de hosszúságmérésre nincs szükség. A jelenség elemzésekor arra kell irányítani a figyelmet, hogy a különböző nagyságú fékutat a mozgó golyó energiájáról adnak felvilágosítást. Eddigi tapasztalataim arról győztek meg, hogy az említett kísérlettel csupán tendenciát tudunk bemutatni. Sokkal könnyebben juthatunk el az alapvető összefüggés — $E_m \sim mv^2$ — felismertetéséhez, ha a 6. és 7. osztályban elsajátított fizikai ismeretekre támaszkodunk, ezek a következők:

- az energiamegmaradás törvényének érvényesülése;
- a gravitációs mező energianövekedése egyenlő az egyenletes emeléskor végzett munkával;
- az emelési munkát (W_e) úgy számítjuk ki, hogy a test súlyát (F_3) megszorozzuk az emelés magasságával (h);

— a tehernek a lejtőn való felhúzásakor a gravitációs mező energianövekedése egyenlő az erőt kifejtő személy energiacsökkenésével (7. osztályos fizikatanácskönyv 142. oldal).

Ugyancsak fel kell eleveníteni azt a 8. osztályos összefüggést is, amelyet az egyenletesen változó mozgást végző test pillanatnyi sebességével kapcsolatosan fogalmaztunk meg: „a lejtő alján a test pillanatnyi sebessége egyenesen arányos a gyorsulás idejével.” A fenti ismeretek birtokában és a „papucskísérlet” bemutatásával a mozgási energiának a sebesség négyzetétől való függését magasságmérésre vezethetjük vissza. A magasság értékeit pontosan mérhetjük, sőt a 7. osztályos matematika-tananyag — a háromszögek hasonlósága — alapján pontosan kiszámítható. Ha a megfelelő hajlásszöggel beállított lejtő egyes pontjaihoz emeljük az „m” tömegű golyót, ezeket a pontokat a négyzetes úttörvény alapján előzetesen precízen kimérhetjük, akkor a gravitációs mező energianövekedése az emelési munka alapján kiszámítható:

$$W_e = E_g = F_s \cdot h.$$

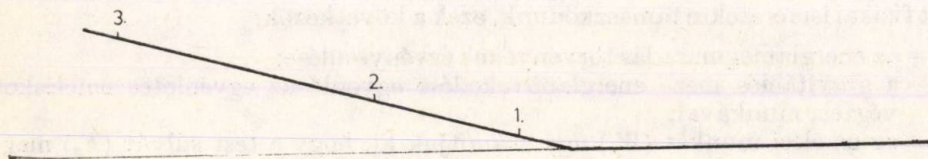


Indítási pontok:	1.	2.	3.	
A golyó tömege	m	$=$	m	$=$
súlya	F_1	$=$	F_2	$=$
Az emelés magassága:				
— mérés alapján:	h_1	$<$	h_2	$<$
— számítás szerint:			$h_2 = 4 h_1$	
			$h_3 = 9 h_1$	
Az emelési munka:	$F \cdot h_1$	$<$	$F \cdot h_2$	$<$
			$4 F \cdot h_1$	$<$
				$9 F \cdot h_1$
Tehát a gravitációs mező energianövekedése (E_g)	E_1	$<$	$4E_1$	$<$
				$9E_1$

Miközben az „m” golyó legördül a lejtőn, a gravitációs, mező energiája a fentiekben megállapított értékekkel csökken, viszont a golyó mozgási energiája nő.

A lejtő alján az „m” tömegű golyó mozgási energiája annyival nőtt, amekkora a gravitációs mező energiacsökkenése. A lejtő alján a golyó mozgási energiája az alábbiak szerint változik:

A golyó indítási helye:	E_g	E_m
1.	E_1	E_1
2.	$4E_1$	$4E_1$
3.	$9E_1$	$9E_1$



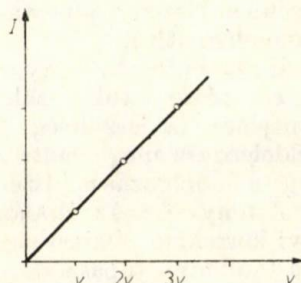
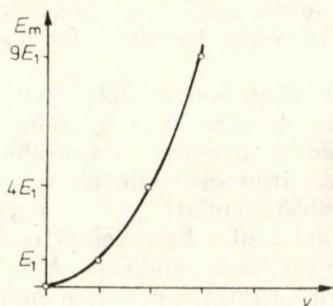
Ugyancsak ismert tény, hogy a mozgó test mozgási energiája függ a test tömegétől és a pillanatnyi sebességétől. A test tömege — m — állandó, tehát adott esetben az energianövekedés a sebesség növekedésével magyarázható. A „négyzetes” összefüggést úgy tehetjük szemléletessé, ha a kísérletben szereplő fizikai mennyiségeket táblázatba foglaljuk, továbbá a változó mennyiségeket grafikonon ábrázoljuk.

Indítási pontok	A golyó tömege	v	J	E_m
1.	m	v	mv	E_1
2.	m	$2v$	$2mv$	$4E_1$
3.	m	$3v$	$3mv$	$9E_1$

A táblázatban a változó mennyiségeket $\square$ jelölöm, majd ezeket koordináta-rendszerben ábrázolva megkapjuk a másodfokú függvény grafikonját.

$$E_m \sim v^2$$

$$I \sim v$$



A grafikonok alapján a változók közötti összefüggés leolvasható:

Az összefüggés megállapítása után feltétlenül vissza kell térni a munkatankönyv megállapításához:

„pontos mérések alapján megállapítható, hogy egy test mozgási energiája az $E = 1/2mv^2$ képlettel számítható ki.”

A 7. osztályos párhuzamos fizikatankönyv ismertetése

Az 1986/87. tanévtől életbe lépő fizikatantervi korrekció harmadik ütemeként tervezett párhuzamos tankönyvek második tagja, a 7. osztályos is megjelenik 1988 szeptemberére.

Ezt a könyvet azért ajánlom a fizikát tanító Kartársak figyelmébe, mert egyszeri tanítás után úgy látom, hogy az előző könyvben súlyponti problémát jelentő anyagrészek feldolgozása egyszerűbb, ezáltal eredményesebben tanítható.

Az 1983-as IEA felmérés során 8. osztályos tanulóink átlageredménye fizikából nagyon jó. Csak két országban értek el jobb eredményt, míg 13 országban gyengébbet.

A reprezentatív eredményvizsgálatok adata szerint a törzsanyag egyes részei gyengébb eredményt mutatnak (Arkhimédész törvénye, fogyasztók párhuzamos kapcsolása stb.).

Ennek okát abban látják, hogy a „tartalmában és szemléletében új tankönyvi fejezetek egy része a túlzó szakmai igények miatt nem igazodott eléggé a tanulók szintjéhez (a feszültség, Arkhimédész törvénye, a lendület stb.). E fejezetek feldolgozása meghaladta a tanulók átlagának szintjét vagy tartalmi mélység, vagy a feldolgozás módszertani problémái miatt.”

(Idézet dr. Zátonyi S.: Az általános iskolai fizika korrekciója c. cikkéből.)

A tantervi korrekció részben enyhítette ezeket a gondokat. A 7. osztályos párhuzamos tankönyv tapasztalatom szerint egyrészt ezeket a nehézségeket segít megoldani.

Stílusa egyszerű, könnyen érthető, így közelebb áll a gyerekekhez. Nagyon sok érdekes példát hoz közvetlen környezetünkből, sok tanulságos olvasmányt ír le. Ezek érdekességükön kívül nagymértékben segítik a természettudományok egybehangolását, és ezzel az egységes természettudományos nevelést is.

A tankönyv felépítése hasonlóan a másik könyvhöz: 3 fejezetből áll.

- I. Egyszerű gépek
- II. Egyensúly folyadékokban, gázokban
- III. Elektromosság

Az Egyszerű gépek című fejezetben az érdekes olvasmányokon (pl. Lejtők az ókorban és mozgólépcsők napjainkban, Arkhimédész gépei) kívül a teljesítmény feldolgozása újszerű.

A teljesítmény kiszámítását nemcsak

$$P = \frac{W}{t}, \text{ de az } \frac{\text{az átadott energia } (\Delta E)}{\text{az átadáshoz szükséges idő } (\Delta t)},$$

ill. a melegítés teljesítményét

$$P = \frac{\text{melegítéssel átadott energia } (\Delta E)}{\text{az átadáshoz szükséges idő } (\Delta t)}$$

képletekkel is megtanítja.

Egyszerűen elvégezhető, frappáns kísérlettel teszi érthetővé, hogy a teljesítmény csak a munkavégzéstől és a munkavégzés idejétől függ. A második részben Arkhimédész törvényének feldolgozása érdemel említést. Nagyon egyszerű eszközökkel (pingponglabda, krémsajtos doboz stb.) közvetlenül mérhetik a tanulók a felhajtóerőt, miután motivációként elolvashatták, milyen körülmények tették a tudóst a törvény felismerésére.

Nagyon jó és újszerű feladatok segítik az ismeretek gyakorlását, rögzítését a „Kísérletek Arkhimédész törvényével kapcsolatban” című tankönyvi lelkében. „Kirándulás a tenger mélyére, A vízvezetékrendszer részei, A vérnyomás” című olvasmányok a tanultak gyakorlati alkalmazását és az ismeretek mélyítését segítik.

Ebben a könyvben is az anyag közel felét az elektromosság adja.

Érdekes, a második könyvnél szemléletesebb a megosztás magyarázata, melyet egy képzeletbeli kísérlettel tesz a tanulók számára nagyon könnyen érthetővé.

Az áramforrást töltésszivattyúként értelmezi, mely szivattyú a pozitív pólusról elszívja, a negatív pólusra kipréseli az elektronokat (galván elemeknél kémiai folyamat révén).

A feszültséget a töltések kiegyenlítődési törekvésének definiálja. (Annál nagyobb a telep feszültsége, minél nagyobb munkával hajtja át a telep a töltést a fogyasztón.)

Ez a feldolgozás közelebb áll tanulóink szintjéhez tapasztalatom szerint, elsajátítása könnyebb.

Az áramerősség definíciója előtt az áram hatásait vizsgálja, és ennek segítségével vezeti be. Az 1A-t értelmezi 1C/s-al, de „mint régen a vegyi hatás alapján is, mely szerint 1A erősségű áram 1 s alatt 1,118 mg ezüstöt választ ki az ezüstvegyületek oldatából.” A fémhuzalok ellenállásának vizsgálatánál újszerű a kísérlet, mellyel azt vizsgálják, hogyan függ a vezetékek ellenállása a hőmérséklettől.

A búrjától megfosztott 40 W-os izzó spirálját gyertyával melegítve a benne folyó áram erőssége csökken, amiből számolás nélkül vehetik észre tanulóink az ellenállás növekedését.

Ezzel a rövid ismertetéssel szeretném felhívni a figyelmet erre a könyvre, és ajánlom egy 7. osztályos tanuló véleményével:

„Nagyon örülök, hogy ennek a könyvnek kísérleti példányát megkaptuk, mert így a hetedikes tananyagot sokkal jobban, szebben, gyorsabban megtanultuk, mint a hatodikost. Azt hiszem, ha ezt a könyvet szépen, rendben kiadnák — mint a régi tankönyvünket —, akkor ez a könyv lenne a legjobb Magyarországon.” (Marschall Norbert 7.c Budapest, Irányi Dániel Általános Iskola.)

Középpontban a feladatmegoldás

Kilencedik éve vagyok a pályán mint általános iskolai matematika-fizika szakos tanár. Kezdetől fogva mindhárom évfolyamon tanítottam fizikát. A főiskolán tanultak következetes alkalmazása ellenére rá kellett döbennem, hogy az elméleti anyag tudása és a tankönyvbeli feladatok megoldása (megoldatása) nem ad elegendő alapot a továbbtanulni szándékozó gyerekek fizikatanulására, főleg a feladatmegoldást illetően. Ezért fokozatosan előtérbe helyeztem a számításos feladatok megoldását. Minden évfolyamban témakörönként típusfeladatokat állítottam össze, melynek eredményes megoldása feltétele a jó és jeles érdemjegynek. Nem volt népszerű intézkedés, de azoknak a hatodikosoknak, akik ebben a szellemben nőttek fel, már nem okozott gondot, és nem váltott ki ellenállást. Kétségtelen, hogy a feladatok összeállítása, dolgozatok javítása, értékelése, esetleges hibák korrigálása többletmunkát jelentenek, de tények bizonyítják, hogy a kilépő nyolcadikosok — elsősorban középiskolás jelöltek — feladatmegoldó készsége lényegesen javult. Az összeállított típusfeladatok az osztály minden rétege számára tartalmazznak megoldható feladatot, képességének, tudásának, felkészültségének megfelelően. A feladatokban szereplő adatok úgy vannak megadva, hogy meglevő matematikai ismereteik birtokában a szükséges műveleteket el tudják végezni. Természetesen a feladatmegoldó készség kialakítása nemcsak tanórán történik, hanem délutáni korrepetáláson és szakkörön is. A kitartó, következetes munkának mindig lesz eredménye, hisz nem kell annál nagyobb öröm, minthogy tanítványaink fizikai feladatokat tudnak megoldani.

A számításos feladatok megoldási szintjét rendszeresen ellenőrzöm, érdemjeggyel értékelem. A továbbiakban minden évfolyam feladatait és a C. osztály jegyeinek megoszlását fogom feltüntetni.

6. évfolyam feladatai:

1. 60 cm³ térfogatú test tömege 440 g. Mennyi a sűrűsége?
2. Mennyi a tömege 120 cm³ térfogatú olajnak?
3. Mennyi a térfogata 65 kg tömegű téglának?
4. Henriett tömege 34 kg, 6 liter tejjel a kezében felmegy a földszintről 3. emeleti lakásukba. Mennyi a közben végzett munka? (1 emelet 3 méter magas.)

Ezen típusfeladatok alkalmasak arra, hogy megszilárdítsa a sűrűség, tömeg, térfogat kiszámítását, anyagok sűrűségének kikeresését (alkalmazkodva a többi adatokhoz), sűrűség és munka számításának alkalmazása azonos feladaton belül.

Eredmények:

jeles:	jó:	közepes:	elégséges:	elégtelen:	nem írt:
4	7	12	6	3	—

7. évfolyam feladatai:

1. 460 cm³ térfogatú test olajba merül. Mekkora a testre ható felhajtóerő?
2. Egy testet benzinbe merítünk, reá 670 N nagyságú felhajtóerő hat. Mekkora a test térfogata?

3. Egy test súlya 84 N, térfogata 3600 cm^3 . Vízbe merítve mekkora legyen a tartóerő, hogy ne merüljön el?
4. Tölgyfából készült test tömege 22 kg. Olajba merítve mekkora erőt kell kifejteni, hogy ne emelkedjen?

Ezek a feladattípusok alkalmasak arra, hogy megszilárdítsák a felhajtóerő számítását, testek folyadékban való egyensúlyának a feltételét. Alkalmazni kell régi összefüggést, sűrűségszámítást, ill. ebből térfogatszámítást, és tudni kell a tömeg mértékegysége és az erő mértékegysége közötti kapcsolatot. Alapműveletek közül a szorzást és osztást kifogástalanul kell végrehajtani.

Eredmények:

jeles:	jó:	közepes:	elégleges:	elégtelen:	nem írt:
5	6	12	6	4	1

8. évfolyam feladatai

1. Hány menetes a transzformátor tekercse a szekunder oldalon, ha a 220 V-os primer feszültséget 44 V-os feszültségre alakítja át, a primer tekercs 120 menetes?
2. Egy transzformátor primer áramerőssége 2 A, szekunder áramerőssége 5 A. Mekkora feszültségre kapcsoltuk, ha a szekunder feszültség 48 V?
3. Egy transzformátor primer tekercsén 300 menet, a szekunder tekercsén 1800 menet van. A primer tekercset 220 V-ra kapcsolva, azon 2,5 A erősségű áram halad át. Mennyi a szekunder áramkör együttes ellenállása, ha veszteségekkel nem számolunk?
4. A transzformátor 1800 menetszámú tekercsét 216 V feszültségre kapcsoljuk. Hány menetes a szekunder tekercs, ha a szekunder feszültség 24 V? Mennyi hő keletkezik a — 20 percig a szekunder tekercsre kapcsolt 24 V-os — forrasztópákában, ha a primer oldal teljesítménye 1080 W?

Ezek a feladattípusok alkalmasak arra, hogy megszilárdítsák a feszültségek és a megfelelő menetszámok, ill. áramerősségek közötti kapcsolatot. Tudni kell itt is az energiamegmaradás törvényét, valamint Ohm törvényét.

Eredmények:

jeles:	jó:	közepes:	elégleges:	elégtelen:	nem írt:
5	6	15	5	3	2

Sok munkát és időt igényel a típusfeladatok elkészítése, megíratása, ellenőrzése, de eredményesen segíti a tanulók feladatmegoldó készségének fejlesztését, és ezzel együtt számos hiányosság kerül felszínre, ami szükség szerint javítható. Úgy érzem, megéri a fáradságot, és minden témakörben el is szoktam végezni, annál is inkább, mert a mai gyereket lehet és kell terhelni, mert egy bölcs mondas szerint „teher alatt nő a pálma”.

Ki miben tudós vetélkedő fizikából a Heves megyei általános iskolás tanulók részvételével

Néhány gondolat a tanulmányi versenyekről

Azt gondoljuk, hogy a gyakorló tanárok többsége egyetért azzal, hogy a megfelelően szervezett, jó színvonalú tanulmányi versenyekre szükség van.

A verseny, ha ügyelnek a tisztaságra, mindig a *teljesítményelv* alapján funkcionál, és ennek megfelelően fontos értékeket hangsúlyoz, helyez előtérbe.

Egy tantárgy tanulmányi versenyének segíteni kell a *tehetségek felszínre kerülését* és további erőfeszítésekre kell *ösztönöznie a résztvevőket*.

Akkor jó a verseny, ha az minden résztvevőjének ad valamit az elért helyezéstől függetlenül.

Nem hagyható figyelmen kívül a minden ember — főleg a fejlődésben lévő fiatalember — számára oly fontos *sikerélmény* biztosítása, amely hatalmas erőket szabadíthat fel az egyénben a további munkához, helytálláshoz.

A tanulmányi versenyek betölthetik azt a szerepet is, hogy mutatják az iskoláknak — tanároknak és tanulóknak egyaránt — azt a tudásszintet, amely a legjobb tanulókkal elérhető, és amelynek elérése feltétele az eredményes szereplésnek.

A helyesen szervezett tanulmányi versenyek — a tanórai és tanórán kívüli iskolai munkára támaszkodnak, de arra vissza is hatnak, ösztönözhetik azt.

A tehetséggondozás és a tanulmányi versenyek

A tehetséggondozás fontosságával manapság már mindenki egyetért, de azt gondoljuk, hogy elég lassan haladunk előre. Hány tehetséggondozó szakkör működik az országban, mivel és milyen szinten foglalkoznak azokon? Jó volna ismerni egymás ilyen irányú tevékenységét!

Fennáll az a veszély, hogy az egymásra várás álláspontjára helyezkedve feleslegesen pazaroljuk el az időt, amely ezen a területen különösen nem engedhető meg, hiszen az ország gyorsabb fejlődéséhez szükséges a tehetségek felkarolása és eredményes segítése.

Időszerű lenne megyénként, városonként kialakítani a tehetséggondozás centrumait — bevonva abba az általános és középiskolás tanárokat —, ahol rendszeresen foglalkoznának a tehetségesnek vélt tanulókkal a központi célok és az egyéni pedagógiai szabadság figyelembevételével.

Most, amikor azt tervezik, hogy megszűnik a természetkutató tanulmányi versenyek rendszere, mi azt javasoljuk, hogy vezessük be a szaktárgyi vetélkedők rendszerét. Ezek feladata elsősorban az lehetne, hogy versenyeztesse a tehetséggondozó szakkörök résztvevőit, helyt adva a tehetséggondozás eredményességének a megmérettetéshez is.

Ilyen megfontolások alapján hirdette meg az 1987–88-as tanévre az egri Ho Si Minh Tanárképző Főiskola Fizika Tanszéke, a Heves Megyei Úttörő-elnökség, a gyöngyösi Török Ignác Úttörőház, a Heves Megyei Pedagógiai Intézet és a gyöngyösi Berze Nagy János Gimnázium a megyei háromfordulós Ki miben tudós vetélkedőt fizikából az általános iskolás tanulók számára.

Az első fordulót a tanulók saját iskoláikban írták meg január 21-én. Itt 46 iskolából 346 tanuló vett részt.

A dolgozatokat az iskolák fizika szakos tanárai javították, és a kijavított dolgozatokat tovább küldték a vetélkedő rendezőinek.

A második fordulóra 85 tanulót hívtunk meg, akik a megye úttörő központjaiban oldották meg a második forduló feladatait. Ezeket a dolgozatokat a vetélkedő rendezői javították. 19 tanuló jutott be a gyöngyösi Török Ignác Úttörőházban megrendezett döntőbe, amelyet 1988. márc. 21-én tartottunk meg.

A döntőben az írásbeli feladatok megoldása után 10 tanulónak gondolkodtató kérdésekre kellett válaszolni, kísérleteket kellett elvégezniük, szöveget elemeztek szakmai szempontokból, és fizikai totót töltöttek ki.

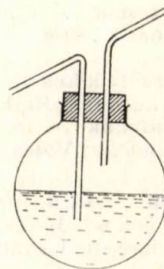
Az öt fős zsűri Dr. Vida József főiskolai adjunktus vezetésével a következő végeredményt állapította meg:

1. *Lente Gábor*, Eger, 1. sz. Isk. Tanára: *Lóska Péterné*
2. *Andócs Gábor*, Selyp; Tanára: *Molnár Miklós*
3. *Sarang Attila*, Kerecsend; Tanára: *Kovácsné Erdős Margit*
4. *Molnár Krisztina*, Eger, 8. sz. Isk. Tanára: *Szabados Lajosné*
5. *Csáki György*, Bükkszék; Tanára: *Keszte Tibor*
6. *Csajka László*, Gyöngyös, 7. sz. Isk. Tanára: *Balogh Istvánné*

A három forduló írásbeli feladatai

I. forduló kérdései (megoldási idő: 90 perc)

1. Hogyan működik a Héron-labda (1. ábra)? Magyarázd!
2. Az égő gyertya hőmérséklete $800\text{ }^{\circ}\text{C}$, a cserépkályha felületének hőmérséklete $60\text{ }^{\circ}\text{C}$.
Miért mégis a cserépkályhát használjuk a szoba fűtésére?



2 pont

1. ábra

2 pont

3. Húzd alá az igaz relációkat!
A) $7800\text{ kg/m}^3 = 7,8\text{ g/cm}^3$
B) $7800\text{ kg/m}^3 = 78\text{ g/cm}^3$

$$C) 1000\text{ g/cm}^3 = 1000\text{ kg/m}^3$$

$$D) 2,7\text{ g/cm}^3 = 27\text{ kg/m}^3$$

2 pont

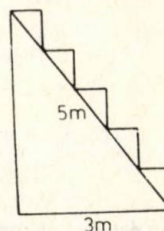
4. A jég vagy a frissen hullott hó a jobb hővezető? Indokold válaszodat!

2 pont

5. Egy edényben $0,8\text{ kg}$ tömegű, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os víz van, amelynek tetejét 2 cm vastag, $0,2\text{ kg}$ tömegű jég fedi. Mennyivel kell csökkenteni a belső energiát, ha azt akarjuk, hogy csak jég legyen az edényben?

$$(L_0 = 340\text{ kJ/kg}, c_v = 4,2\text{ kJ/kg }^{\circ}\text{C}, c_j = 2,1\text{ kJ/kg }^{\circ}\text{C})$$

6. Egy 700 N súlyú tanuló 50 kg tömegű terhet visz fel az emeletre az ábra szerinti lépcsőn (2. ábra).
Mennyi munkát végez?



2 pont

4 pont

2. ábra

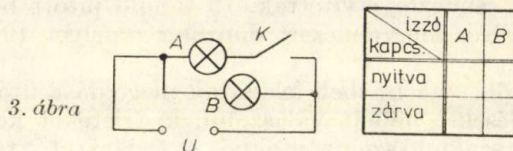
7. Két, egyenként 150 kg tömegű csónak áll a nyugalomban lévő víz tetején egymással szemben. Az egyik csónakban Pista áll, akinek tömege 50 kg . Pista egy 8 kg tömegű medicinlabdát dob át 5 m/s sebességgel a másik csónakban álló 60 kg tömegű Zolinak, aki elkapja azt. Mekkora sebességgel mozognak a csónakok a) a vízhez, b) egymáshoz viszonyítva?

4 pont

8. Egy 10 kg tömegű testet vékony fonálra függesztünk. Ha a testet vízbe lógatjuk úgy, hogy az teljesen elmerül, a fonalat 61,8 N erő feszíti. Milyen anyagból készülhetett a test?

4 pont

9. Tegyel X jelzést a táblázat azon helyére, ahol a kérdéses izzók világítanak (3. ábra)!



3 pont

10. Egy vízerőmű turbinájára 2 s alatt 1300 kg víz esik le 5 m magasról. Mekkora teljesítményt érhet el a vízerőmű, ha hatásfoka 60%?

4 pont

II. Forduló kérdései (megoldási idő: 90 perc)

1. Hol kellemesebb a hőség elviselése, a Szaharában vagy a tengerparton, ha a hőmérséklet azonos?

2 pont

2. A sínre fektetjük fülünket. Valaki 200 m-re kalapáccsal ráüt a sínre. Hány csattanást hallunk, és miért?

2 pont

3. Egy test a víz felületén félig belemerülve úszik a Földön. Mennyire merülne be ugyanaz a test a vízbe a Holdon? Válaszod indokold!

2 pont

4. Mikor folyik ki a víz előbb a fürdőkádból, ha

- benne maradunk,
- kijövünk belőle,
- mindegy? Válaszod indokold!

2 pont

5. Milyen hosszú, 0,05 mm átmérőjű huzal készíthető 1 kg rézből. Mekkora egyenfeszültséget kell a belőle készített tekercsre kapcsolni, hogy 2 mA-es áram folyjon rajta át? (1 m hosszú, 1 mm² keresztmetszetű rézhuzal ellenállása 0,017 Ω , $\rho = 8960$ kg/m³)

6 pont

6. Az emberi test átlagos napi vízvesztése 1 liter párolgás révén. Mennyi cukor elfogyasztásával pótolható az így bekövetkező energiavesztés, ha az emberi szervezet hatásfoka 30%-osnak vehető?

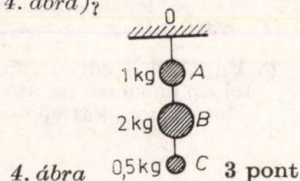
($L_p = 2240$ kJ/kg, a cukor éghője 33 400 kJ/kg)

4 pont

7. Egy 900 kg tömegű autó 6 s alatt éri el a 72 km/h sebességet. Mekkora erő gyorsította az autót?

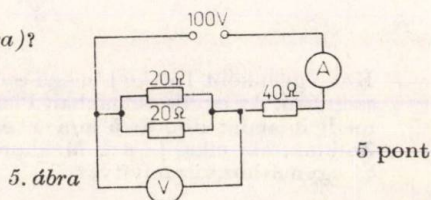
3 pont

8. Mekkora erő feszíti a fonalat az OA, AB és BC szakaszon (4. ábra)?



3 pont

9. Milyen értékeket mutatnak a műszerek (5. ábra)?



5 pont

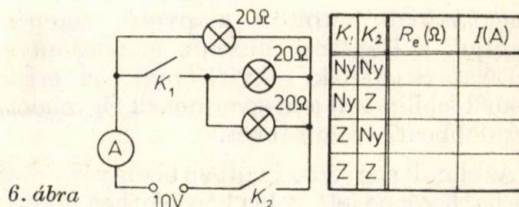
10. Petróleumba 0,03 kg 80°C -os rezet tettünk. A közös hőmérséklet 45°C lett. Mennyi térfogatot foglal el az edényből ez a rendszer, ha a kiindulási hőmérséklet 20°C volt, és a veszteségektől eltekintünk?

$$(c_p = 2090 \text{ J/kg } ^{\circ}\text{C}, \quad c_y = 384,5 \text{ J/kg } ^{\circ}\text{C}, \quad \rho_p = 800 \text{ kg/m}^3, \quad \rho_{\text{réz}} = 8900 \text{ kg/m}^3.)$$

6 pont

A döntő kérdései

- A hajó két kikötő között lefelé 2 óra, felfelé 3 óra alatt teszi meg az utat. A folyó vízének sebessége 3 km/óra.
a) Mekkora a hajó vízhez viszonyított sebessége?
b) Mekkora a hajó parthoz viszonyított sebessége?
- Egy rugó 0,6 kg és 0,2 kg tömegű golyókat lök szét. A kisebb golyó 20 m/s sebességre tett szert.
a) Mekkora sebességgel távozott a nagyobb golyó?
b) Mekkora munkát végzett a rugó?
- Nagyméretű, egyenlő karú mérleg serpenyőjébe borszeszgőt teszünk, amelyen 0,2 kg tömegű 20°C -os fémedényben 1,2 kg 20°C -os víz van. A mérleget kiegyensúlyozzuk. A borszeszt meggyújtva elforraljuk az összekötő vizet. Ezután a lángot eloltva a borszeszgő mellé 2 kg-os nehezéket kell tennünk, hogy az egyensúly helyreálljon. Mennyi a melegítés hatásfoka? (A borszesz égéshője 30 000 kJ/kg, a víz forráshője 2256 kJ/kg, a víz fajhője 4,2 kJ/kg $^{\circ}\text{C}$, a fém fajhője 0,465 kJ/kg $^{\circ}\text{C}$.)
- Töltsd ki a táblázatot (6. ábra)!



TAKÁCS GÁBOR

igazgató

Gelléri Andor Endre Általános Iskola, Budapest

Repülési Múzeum a Petőfi Csarnokban

Budapesten, a Városligetben, a Zichy Mihály út és a Városligeti körút kereszteződésénél az Ifjúsági Szabadidő Központ számára felújított vasszerkezetű Petőfi Csarnok majdnem négyezer (3900) négyzetméter kiállítási alapterületű részében kapott helyet a Közlekedési Múzeum repüléstörténeti és űrhajózási kiállítása.

Alap- és a középfokú fizika tantárgy ismeretanyaga szerteágazóan kapcsolódik a Repülési Múzeumban kiállított tárgyakhoz, miként ez valamennyi technikatörténeti kiállítás anyagáról elmondható. A repüléssel kapcsolatban csak néhány fogalmat, törvényt, műszert említve: nyomás, sűrűség, közegellenállás, felhajtóerő, lebegés, szabadesés, sebesség, gyorsulás, Arkhimédész törvénye, Bernoulli-tétel, a sűrűlődni munkavégzés és a belsőenergia-változás kapcsolata, manométer, barométer, fordulatszámoló, iránytű, hőmérő, áramerősség-mérő stb.

Természetes, hogy az intézményes iskolai nevelés-oktatás hatáskörzetében érvényesülnek a gyermekkori személyiség alakulásának, alakításának legfontosabb tényezői. Az igazi pedagógus nem adhatja fel e nézetét, bár a felelősség megosztásának (meg a tények reális számbavételének) igénye pedagógiai közgondolkodásunkban, oktatáspolitikai célkitűzéseink megfogalmazásában egyre erősíti a családi háttér, a közművelődési intézmények, az általános társadalmi környezet hatásának szerepét. A mai gyerekek-fiatalok idejük döntő többségét iskolai közösségben töltik. Ennek ellenére az iskola nevelőhatása gyakran elmarad az elvárásoktól. Ugyanis az eredményes nevelői tevékenységnek nem kizárólagos tényezője az idő. A nevelés hatékonysága sokkal inkább függ annak módjától, mint a ráfordított időtől.

Tanítványaink megismerési tevékenysége az iskolán, a tanítási órákon kívül is funkcionál. A művelődés, a kultúra birtokbavétele nem szűkíthető le az intézményes fejlesztés negyvenöt perceire. Gondoljunk annak veszélyére, ha a gyerekek legfogékonyabb éveikben csak az iskolában tanulnak. Hiszen így a hagyományos oktatási intézmények hatásának és hatástalanságának túlságosan ki lennének szolgáltatva. Nem szabad engednünk, hogy tanítványaink az iskolai tanulást tekintsék a tanulás egyetlen lehetőségének. Éppen ezért lényeges, hogy a szülők és a gyerekek felismerjék: tanulni bárhol lehet.

Az eredményes emberformálás módszereinek megválasztásánál nem tekinthetünk el attól a tényről, hogy a közvetett nevelés gyakran hatásosabb, mint a közvetlen. Ezért, és a pedagógusoknak a különböző nevelési hatások összehangolásában betöltött alapvető szerepének fontosságára való tekintettel ajánljuk a Repülési Múzeum gazdag anyagának megtekintését. A technika kultúrtörténetének rekvizitumai, az eredeti járművek, a rengeteg élethű modell lebilincseli a kisgyermek figyelmét, felcsigázza a serdülők fantáziáját, megdöbbsenti a felnőtteket.

Az elmúlt negyedszázadban bizonyára kevés gyermek jutott úgy első a serdülőkorba, hogy ne lett volna képzeletben pilóta vagy stewardess. Ez annak ellenére igaz, hogy az általános iskolában szinte a semmivel egyenértékű az, amit a repüléssel kapcsolatban tanulnak. Ezért a repüléstörténeti és űrhajózási kiállítás megtekintése hiánypótló szerepet is betölthet.

A múzeum gazdag anyagának repüléstörténeti emlékei jól szemléltetik azt az utat, amit az emberiség évezredek vágyának, a repülésnek a megvalósítása során megtett. A mítoszok és mondák világától a gyermekelképzeléseken, a sikertelen kísérleteken keresztül, a gyakorlati megvalósítástól napjaink technikai színvonaláig tartó küzdelmes korszakok eredeti dokumentumai, fényképfelvételei színesítik az egyetemes repülés krónikáját összefoglaló anyagot tartalmazó tárlók és táblók hatását. Ezt követően (az északi galérián) a repülés elméletének fejlődésével, a légi járművek és motorok tervezésével ismerkedhetünk meg. A repülés elméleti kérdéseinek tanulmányozása után a galériáról nézve a múzeum hatalmas légterű csarnokában a történelmi repülőgépek (részben rekonstruált — részben eredeti) sokaságát tekinthetjük meg. Részben a levegőben (a galériáról nézve szemmagasságban), részben a csarnok padozatán. Csak néhányat említve:

- Zsélyi—1 Monoplán, 1909 legeredményesebb magyar repülőgépének rekonstrukciója;
- Lloyd—L—1, az iparilag előállított első magyar repülőgép; (motorja nincs a gépben). Ez a gyártású mintagép 1914 júniusában Aspernbén két magassági világrekordot ért el. (Egy pilótával: 6170 m, két pilótával: 5440 m);

- Junkers F—13, a világ első (1920) fémből épített utasszállító repülőgépe;
- Lampich—L—2 „Róma”, amellyel három világrekordot repültek (1925).
A gép súlyosan megsérült a második világháború alatt, így rekonstrukcióra szorult, de szárnyai és a motorja eredeti.

A repülőgépmotorok gazdag gyűjteményében több olyan is van, amelyik metszetben és működés közben is látható. Érdeklődésre tarthat számot a Weiss Manfréd Repülőgép és Motorgyár 14 hengeres, léghűtéses, alul vezérelt, felül szeleplelt, úszós porlasztóval és sűrítővel ellátott kettős csillagmotorjának metszete — az RD—45 típusú centrifugális légsűrítővel ellátott egyfokozatú sugárhajtómű metszete — az AI—20 típusú turbólégcsavaros repülőgép hajtóműmetszete. Ezeknek a metszeteknek, a LI—2 típusú utasszállító és a JAK—12R futár-, mentő-, postaszállító repülőgépek műszerfalának látványa megérősítheti a pilótának, repülőgép-szerelőnek készülő gyermekeiknek biztos sokszor elmondott intelmüket: „Tanulniuk kell, ha repülőgép közelében akarnak dolgozni”.

A repülőgépgyártás technológiájának, a repülés műszereinek bemutatását a magyar repülés történetét felidéző tárlók és tablók követik. A tárlókban elhelyezett, általában 1 : 10 méretarányban elkészített modellek sora áttekintést nyújt a magyar repüléstörténet nevezetes eseményeiről. A Farman típusú 42 LE-s biplán, amilyenén dr. Kutassy, az első magyar pilóta repült — az első hazánkban épült olyan repülőgép: a Libelle, amely levegőbe emelkedett — Asboth Oszkár által készített helikopter — Bánhidi Antal-féle Gerle típusú vegyesépítésű iskola-, sport- és túrarepülőgép, amelynek a tervező-pilótájához a kor (1930) több kiemelkedő teljesítménye fűződik — a Polikarpov PO—2, MASZOVLET háromüléses utas-, postaszállító repülőgépe — a TU—154-es gázturbinás sugárhajtású utasszállító modellje természetesen mind látható.

Az ejtőernyőzés történetét bemutató tárgyak, dokumentumok, a sportrepülés tömegsporttá való fejlődése, a munkarepülés, a mezőgazdasági repülés története, a magyar légi közlekedés bázisa, a MALÉV gépparkjának fejlődéstörténete mind egy-egy kisebb kiállítás keretében bemutatásra kerül a múzeumban.

Megtekinthető a magyar aviatika jó néhány jelvény- és kitüntetéskülönlegessége, a hangnál sebesebb (szuperszonikus), nagy magasságban közlekedő repülőgép vezetőjének nyomáskiegyenlítő öltözéke, a szkafander. Néhány modell az űrkutatás negyedszázadának mérföldköveire utal (Szputnyik—1, Szputnyik—3, Luna—9, Apolló—15, Szojuz—36). A magyar űrhajózás diadalának eszközei közül látható a Szovjet Tudományos Akadémia ajándéka: a Szojuz—35 űrhajó parancsnoki—visszatérő fülkéje, amellyel Farkas Bertalan és parancsnoka, Valerij Kubaszov visszatért a Földre; a visszatérő fülke 1000 m² területű fő fékernyője és az 573 m² területű tartalék fékernyője; valamint Farkas Bertalan szkafandere.

A földalatti villamossal vagy a 70-es, 72-es, 74-es trolibusszal, vagy 1-es, 55-ös autóbusszal megközelíthető múzeum — fűtési lehetőség hiányában — április elejétől október közepéig tart nyitva.

A fizika kultúrtörténetének rekvizitumai a budapesti Közlekedési Múzeumban

A budapesti Közlekedési Múzeum új épületszárnyának elkészültével, az elmúlt év tavaszán nyitották meg a múzeum egyidejűleg átrendezett, felújított és kibővített kiállításait. A múzeum a Városliget peremén, az 1986-ban megrendezett milleniumi kiállítás közlekedési csarnokában, az Ajtósi—Dürer sor és a Május 1. úti szögletében, jól megközelíthető helyen található. A hétfő kivételével naponta 10 órától 18 óráig nyitvatartó múzeum megközelíthető a 7-es vagy az 55-ös autóbusszal, illetve a 70-es, a 72-es, a 74-es, vagy a 75-ös trolibusszal. Csoportoknak előzetes bejelentés esetén (telefon: 420-565) ingyenes tárlatvezetést biztosítanak.

A jól előkészített és szervezett múzeumlátogatások a műveltségtartalom korszerűsítésének hatékony lehetőségei.

A tanulók történeti szemléletmódjának fejlődéséhez, a tudomány- és technikatörténeti összefüggések felismeréséhez való hozzájárulás mellett a múzeum kiállított anyagának megtekintése a klasszikus fizika majdnem minden ismeretanyagának feldolgozásához közvetlenül kapcsolható. A fizikát és a technikát értő, szerető látogató szinte a tananyag valamennyi témaköréhez megtalálja a tanult-tanított ismeretek gyakorlati alkalmazását az egykori gépeken, eszközökön.

A technikatörténeti, illetve tudománytörténeti epizódok, érdekes technikai alkalmazások megismerése a tanulók fizikával kapcsolatos motivációinak kialakulásához, erősítéséhez is hozzájárulhatnak. A tanulók fizikai ismereteinek mélyülése, technikai kultúrájuk fejlődése mellett a múzeum nagy szakértelemmel, gondossággal és — nem utolsósorban — kimagasló esztétikai elrendezéssel kiállított anyaga a technikatörténeti érdeklődés megalapozását, a belső motiváció fokozását is szolgálja. Ez is fontos, hiszen a tanulás korszerű felfogásmódjának jellemző vonása a motivációs-érzelmi szféra fontosságának felismerése, ugyanis napjainkban már nyilvánvaló, hogy a tanulás eredményessége megszemlénően összefügg az iskola és az egyes tantárgyak iránti kötődések, érzelmi-akaratok beállítottságok kialakulásával.

A múzeum gyűjteményeinek a mindennapos látogatók által megtekinthető anyaga négy fő téma szerint van csoportosítva:

- vasúttörténeti kiállítás,
- hajózástörténeti kiállítás,
- a közúti közlekedés fejlődése,
- a városi közlekedés története.

A vasúttörténeti kiállítás első része a múzeum bejáratától jobbra található kupolateremben tekinthető meg. A kupolateremben látható az 1 : 5 méretarányban készült világhírű vasúti járműmodell-gyűjtemény, amelynek szemet gyönyörködtető darabjai a múlt század és a századforduló vasúti technikáját reprezentálják. A kupolatermet a galériás nagyteremmel összekötő terembe a dízel- és a villamos meghajtású vasúti járművek és munkagépek 1 : 10 méretarányban készült modellek szemléltetik a vasúti közlekedés fejlődését. A galériás nagyterem földszintjén pedig eredeti járművek, motorok, jelző- és

biztosítóberendezések láthatók. Itt került elhelyezésre a Déli Vasút 1860-ban készült 29. sorozatú mozdonya, a Mohács—Pécsi Vasút egy exkluzív kivitelű, az 1880-as években készült személykocsija, Kandó Kálmán elektromos vasúti mozdonyának kísérleti gépe.

A galériás nagyterem földszintjén láthatók a közúti közlekedés fejlődéstörténetének eredeti tárgyi emlékei is. Konkrétan a múzeum gépkocsi- és motorkerékpár-gyűjteményének több értékes példánya.

Fenn a galérián a magyar hajózás története követhető nyomon, nagyrészt modelleken, amelyek nagyon szép kivitelűek. Több metszetelt modell van a kiállítás anyagában, amelyek tanulságos eligazítást nyújtanak a hajók belső szerkezetéről is. Hajóépítő szerszámok és hajózási műszerek eredeti példányai is láthatók a kiállításon.

Az új épületszárny legfelső (ide sétálhatunk át a galériából) és középső szintjén a közúti közlekedés fejlődését bemutató kiállítás tekinthető meg. A különböző korok útéépítő anyagainak és építési technikájának bemutatása mellett a géperő nélküli közlekedési eszközök kizárólagos alkalmazásának történelmileg hosszú korszakát szép modellek (szekér, taliga, lovaskocsi, hintók) és eredeti díszes hintók, régi kerékpárok szemléltetik. A géperező közúti járműveket is több értékes eredeti példány képviseli. Nagyon szép a régi Erzsébet híd 1 : 200 méretarányú modellje, tanulságos a tordai Aranyos híd 1 : 30 méretarányban (az eredetihez hűen) fából készült modellje is.

Az új épületszárny földszintjén a városi közlekedés emléktárájának kiállítása kapott helyet. A lóvontatású omnibusz, az alsóvezetékes villamos, a helyi érdekű vasút egy-egy eredeti kocsija, a nagyszámú 1 : 25, illetve 1 : 10 méretarányban készült járműmodell szemlélteti a városi közlekedési ágazat történeti fejlődését.

Biztosak lehetünk abban, hogy a múzeum kiállításainak megtekintése hatásosan segíti annak megerősítését tanítványainkban, hogy a természet törvényeinek megismerésével, az ismereteinek állandó bővítésével, az ismeretek gyakorlati hasznosításával tudott az emberiség urrá lenni a természetben. Tudásának gyarapodása, a technikai fejlődés vitte és viszi előre az emberiséget, amin napjainkban is munkálkodni kell. Ezért elengedhetetlen a természet törvényeinek minél alaposabb megismerése, ismereteink, tudásunk bővítése.

A múzeum repüléstörténeti anyaga külön kiállítási épületben, a közelben található Petőfi Csarnokban tekinthető meg.

A földalatti vasút és a metró történetét összefoglaló tablók és tárgyi emlékek pedig a Deák téri Földalatti Vasúti Múzeumban láthatók.

A problémamegoldó oktatás feltételei és fejlesztésének lehetőségei

A problémamegoldó oktatás a tanulói aktív ismeretszerzés és alkotó gondolkodás fejlesztésének egyik legalapvetőbb eszköze.

Az ismeretek megszerzésének, feldolgozásának ma még egy általánosan alkalmazott módja a „tanári ismeretközlés”, mely a tanulót csak passzív befogadásra készíti. Az iskola inkább a megszerkesztett problémák elé állítja a tanulót, mintsem a keresés, ill. problémafeltárás elé.

A problémamegoldás titka — mint ezt számos külföldi és hazai vizsgálat is bizonyítja — nem annyira a megoldás folyamatában, mint inkább a probléma meglátásában van.

Olyan problémaszituációt kell kialakítani, melynek ismeretlen elemei kiváltják a megismerés iránti érdeklődést, és azt a szükségletet, amelynek hatására a tanuló kifejti azokat a tevékenységeket, amelyek nélkülözhetetlenek a problémahelyzet megoldásához.

Vegyünk egy egyszerű gyakorlati példát: a tanuló a szakköri foglalkozáson megépít egy olyan bonyolultabb áramkört, melyet még nem készített. Természetesen már ismeri a kézhez kapott alkatrészek tulajdonságait, jellemzőit, és ezek ismeretében tervezi meg az áramkört. (Tehát nemcsak kézhez kapja annak rajzát, és mintegy mechanikusan készíti el a feladatát.)

Ez a problémahelyzetek kérdések megválaszolására — gondolkodásra — készíti a tanulót.

A problémahelyzetek kialakítása, a problémahelyzetekkel való dúsítás szintje persze sok tényező függvénye, pl. a pedagógus jártassága a problémafelvető oktatásban, a tananyag tartalma, a tanulók megismerési önállóságának szintje stb.

A gondolkodásra nevelésnek fontos alapja a tanulók kíváncsiságának felkelése és kiaknázása, illetve megfelelő élményanyaggal való feltöltése.

Alapvetően fontos a tanár kérdéskultúrájának szintje, hogy megfelelően tudja irányítani a tanulókat a válasz keresésében.

A minőségi változások eléréséhez a megfelelő módszerek, didaktikai eljárások alkalmazásán keresztül vezet az út.

1. A problémaérzékenység fejlesztése

A fogékonyság fejlesztése az új dolgok iránt az első lépés a permanens tanulásra való felkészítésben.

A tanulók egy fizikai kísérletet látnak. A jelenségekkel kapcsolatban számos spontán kérdés vetődik fel bennük, melyre magyarázatot keresnek. Kutatják az összefüggéseket a látott, és a már korábban megismert jelenségek között. Amennyiben módosítani tudják a paramétereket, melyek ismételt változásokat eredményeznek, úgy ezek megfigyelése újabb kérdéssort indikál a tanulóban.

A kétértelműségekkel és bizonytalanságokkal való szembesítés motiváló hatásának beépítése az oktatási tevékenységbe fontos szerepet játszik az öntevékeny tanulás formálásában. A tanulóknak például kiadhatunk egy még befejezetlen áramkörti modellt, és feladatul tűzhetjük ki ennek befejezését.

A következő stratégiák jól használhatók mint egy óra, egy feladat vagy egyéb tanulási aktivitás bevezetője:

- szembesítés kétértelműségekkel és bizonytalanságokkal;
- az ismert jelenségek idegenné, az idegenek ismertté tétele analógiával;
- ugyanannak a dolognak, jelenségnek a megvizsgálása más-más szempontból;
- provokatív kérdések feltevése, melyek mintegy kényszerítik a tanulókat arra, hogy az információikat más-más oldalról is megvizsgálják;
- hiányzó elemek felkutatása és olyan lehetőségek keresése, amelyekkel rendszerezni lehet;
- szemmel láthatóan különböző és össze nem függő elemek egymás mellé helyezése stb.

Az óra kezdetén — néhány perces időtartamban — a megismerési kíváncsiságot feléleszthetjük tanulóinkban, és bátorítást adhatunk az alkotó problémamegoldásokra. A feldolgozásra kerülő anyagból alkotott szokatlan kérdések, a meglepő helyzetek megteremtése indíthatja el a tanulói vitát.

A feltett kérdések megválaszolásának folyamatában a tanulók az egyéni vélemények bizonyításán, a helytelen állítások cáfolásán keresztül eljutnak a tények, folyamatok, jelenségek megértéséig, a bonyolultabb összefüggések feltárásáig.

2. Tájékozódás a külvilág jelenségeiben és a szokatlan dolgok meglátása

A tényleges tájékozódás már a megfigyeléssel és észleléssel kezdődik. Feltétele a fogalomalkotásnak, a fogalmi rendszerek kiépítésének, ezért kiindulási alapja az ismeretek fogalmi rendszerbe való beépítésének is.

Például a képekkel való manipuláció lehetővé teszi a különböző gondolkodási helyzetek megvalósítását. Segítségével kiépíthetők a különböző problémamegoldó szituációk, de szolgálhat szimbólumként helyettesítve a formális logikai műveletek fejlesztésének alapjaként is. Fontos szerepet játszhat az új ismereteknek a fogalmi rendszerekbe való beépítésében és e fogalmi rendszerek továbbfejlesztésében egyaránt. A fenti elvek gyakorlati megvalósítására példa lehet egy áramkör összeállítása szabványos szimbólumjelek alapján.

A jelek tömegéből számtalan áramkör építhető, de a feladatként elkészítendő csak akkor működik, ha a megfelelő elemeket válogatja össze a tanuló. Ez a szituáció természetesen nemcsak képi jelekkel oldható meg, de valós modellhelyzetben is. Ekkor a tanulók az áramkör megépítéséhez szükségesnél több és többféle alkatrészt kapnak, melyeknek paraméterei különböznek. Feladatuk a megfelelő elemek kiválasztása és helyes alkalmazása. A megépített modellek működését a tanulók ellenőrzik is.

Ebben a szituációban lényeges mozzanat az, hogy láthatóvá teszi a megoldáshoz alkalmazott gondolkodási eljárásokat. Ily módon az ellenőrzés és az önellenőrzés funkcióját is biztosítja.

A szimbólumrendszer segítségével kialakított problémahelyzetekben az alkotó gondolkodás tényezői közül leginkább a rugalmasság, a gondolkodás hajlékonysága és az eredetiség fejleszthető.

A problémafeladatok típusainak megfelelően a jelenségeket reprezentáló képekkel való manipuláció során interiorizálódnak olyan gondolkodási műveletek, mint a soralkotás, csoportosítás és az osztályozás, valamint a mindezekben részt vevő analízis és szintézis.

3. A keresés, a vizsgálódás tanítása

A tájékozódási mező akár tárgyakkól, akár jelenségekből felépítve, akár szimbolikus formájában lehetőséget nyújt az összefüggések keresésére, a vizsgáló-

dásra, a hipotézisek alkotására és bizonyítására, azok verbális megfogalmazására és igazolására.

Az azonos típusú, de különböző nehézségi fokú problémák megoldása során a tanulók transzferhatás révén sajátítják el a megoldásra érvényes általános megoldási eljárásokat, ill. bizonyos feladattípusoknál alkalmazható megoldási algoritmusokat.

Az eltérő problémamegoldások folyamán kialakul az ismeret, ill. fogalomrendszer általánosításának képessége, s ennek következtében a kreatív gondolkodás egyik lényeges tényezője, a rugalmasság is fejlődik. A problémahelyzeteket természetesen úgy kell megkonstruálnunk, hogy az életkornak megfelelő adott értelmi fejlettségi szintet figyelembe véve a legközelebbi fejlődési zóna irányába fokozatosan nehezedők legyenek.

Ma még gyakori jelenség, hogy csak a példák megoldását, a kísérletek végzését követően kerül sor az elért eredmények értékelésére. Emiatt a tanulási tevékenység szabályozásában éppen az a láncszem a leggyengébb, amely az eredményekhez vezetne, és segítené a teljesítmény értékeléséhez, megítéléséhez szükséges értékítélet-rendszer kialakulását.

4. Algoritmusok alkalmazása

A gondolkodást fejlesztő algoritmusok alkalmazásának nagy jelentősége van az önálló tanulás fejlesztésében.

Az analitikus-szintetikus módszer algoritmusának alkalmazásával megkönnyíthetjük az új fogalmak kialakítását. Amikor a tanulóknak bizonyos tárgyat vagy jelenséget először mutatunk be, mindenekelőtt általános vonásait ismertetjük, ezután megvilágítjuk egyes részeit, felépítését és funkcióját, valamint struktúrájának egyes elemeit.

A módszer algoritmusai az alábbiak lehetnek:

- Figyeld meg az egészet, és igyekezz áttekinteni!
- Bontsd az egészet részekre!
- A lényegtelen részeket különböztess meg a lényegestől!
- Vizsgáld meg a részeknek funkcióit, keresd meg a részeknek a helyét az egészben!
- Vizsgáld meg a lényeges részeket! Keresd meg a kapcsolatokat a lényeges részek között!
- Vizsgáld meg újra az egészet!
- Hasonlítsd össze a vizsgált jelenséget a hasonlókkal! Állapítsd meg a hasonlóságokat és a különbségeket!
- Új ismereteket alkalmazz a gyakorlatban!
- Keresd meg a megismert jelenség különböző változatait!

Eredményes lehet az analógiás tanulási módszer is.

Ez a módszer lehetővé teszi az ismert és az újonnan megismerésre kerülő jelenségek, összefüggések feltárását. Az analógiás tanulást fejleszthetjük például hasonló fizikai jelenségek oktatásánál is. Az alábbiakban röviden összefoglalom azokat a legfontosabb elveket, melyek alkalmazását nem nélkülözhetjük a problémamegoldó oktatás fejlesztésében.

Az alkotó produktumhoz, az új felfedezéshez a konvergens gondolkodás fejlesztése nem elégséges, ehhez a divergens produktivitást is intenzíven kell fejlesztenünk. A tanulóban permanensen ébren kell tartani a kíváncsiságot, nem pedig elnyomni azt. Az órán gyakran kérdéseket feltevő tanuló nem feltétlenül a tanári „magyarázatot” kívánja zavarni, de problémákra vár feleletet.

Úgy kell kialakítani az iskolai tanulásra, a kötelező anyag megtanulására való beállítottságot, hogy vele párhuzamosan megmaradjon a nyitottság, a minden iránt megnyilvánuló érdeklődés is.

Ki kell fejleszteni a tanulóknban egyfajta ún. „kompetenciamotívumot”, azaz azt a magabiztosságot, hogy meg tudom csinálni, képes vagyok a feladat megoldására. A sorozatos kudarcok különösen visszavethetik ezt a fontos „komponenst”.

Ki kell alakítani a környezettel való sokféle kapcsolat, megismerés, cselekvés és átalakító tevékenység szükségletét.

Tiszteletben kell tartanunk a tanuló kérdezési jogát, és biztosítanunk kell a tévedés lehetőségét is. (A „ha nem szólalsz meg, bölcs maradtál volna” gyakran hallható tanári válasz egy-egy „sikertelen” tanulói közbeszólásra igen erősen gátolhatja a további aktivitást!) Az alkotó gondolkodás fejlesztése csakis oldott légkörben lehetséges. Az ún. „hangtalan” órák, amikor a tanulók püsszenés nélkül hallgatják a tanári magyarázatot, nem „zavarják” kérdéseikkel, érdeklődésükkel, nem szolgálhatják a kreativitásra nevelést.

A tanuló merjen kérdezni, a tanár pedig legyen kellőképp felkészült a válaszadásra.

FONÓDI GYULA
vezető szaktanácsadó,
Debrecen

Hatvani István fizikaverseny, a tehetséggondozás szolgálatában

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Hajdú-Bihar megyei csoportja 1980-as őszi vezetőségi ülésén fontos döntés született. *Dr. Nagy Mihály* gimnáziumi tanár javaslatára meghirdették megyénkben a Hatvani István fizika feladatmegoldó versenyt általános és középfokú iskolákban tanuló, fizika iránt érdeklődő diákok számára.

Nem várt sikere lett e kezdeményezésnek. Már az első, az 1981/82. tanévben 40 általános és 21 középfokú iskola 352 tanulója kapcsolódott be az érdekesnek ígérkező, izgalmas feladatokat adó vetélkedősorozatba, közel 5000 feladatmegoldás beküldésével. A versenyben részt vevők száma hat év alatt, az évek során egyenletesen növekedve ebben a tanévben elérte a 620-at, amely létszám 33 általános és 21 középfokú iskolából jött össze. A beküldött feladatmegoldások száma pedig megközelítette a 11 300-at.

Kinek, vagy inkább kiknek köszönhető e szép vetélkedősorozat megszervezése, lebonyolítása, a tehetséggondozásnak e dicséretesen eredményes példája?

Az indulás utáni első három évben a fizikaverseny feladatait *Janóczki József* általános iskolai szaktanácsadó, *dr. Nagy Mihály* tanár és *dr. Bódy Zoltán* a KLTE Kísérleti Fizika Tanszékének adjunktusa írta és szerkesztette

a megoldásokkal együtt. A negyedik évtől dr. Bódy Zoltán helyett *Kutiné Darai Judit* vette át a feladatszerkesztő munkát, a Kísérleti Fizika Tanszék tudományos munkatársa. Janóczki József, dr. Nagy Mihály és *Kutiné Darai Judit* a javítómunkában kezdettől fogva részt vettek. A versenyzők nagy száma miatt a javításba újabb három tanár kapcsolódott be. A *KLTE* Gyakorló Gimnáziumából dr. Dézsi Zoltánné és dr. Nagy Lászlóné, a Református Gimnáziumból pedig Miklós Erika tanárok.

A fizikaversenyen részt vevő tanulók a tanévben kapott feladatok megoldásait megküldik az *ATOMKI* címére. A javítótanárok — igen csekély tiszteletdíjért — értékelik a feladatok megoldásait. A pontverseny alapján a tanév végén a legtöbb pontot elért tanulók döntőn vesznek részt, amelyet kétévenként más-más tanszéken rendeznek meg. Ebben a tanévben a döntő június 22—23-án volt a *KLTE Szilárdtest Fizikai Tanszékén* 30 résztvevővel.

A döntőn részt vett tanulók — helyezéstől függően — különböző értékű könyvtulványokat kaptak. Az általános iskolás első helyezett 300 Ft, a középiskolás első helyezett pedig 450 Ft értékűt. A péntek délutáni vetélkedő eredményét a zsűri szombat délelőtt hirdette ki, s mint minden évben eddig, úgy most is érdekes fizikai kísérletek bemutatására került sor ezek után.

A közel száz néző látványos, tartalmas kísérleteket láthatott *dr. Kiss Sándor* és *dr. Gődény Imre* adjunktusok „előadásában”. A kísérletek magyarázatába bekapcsolódhattak a tanulók is. Nagyszerű hangulatban telt el a délelőtt, a jelen levő fizikatanárok is elismerő szavakkal távoztak. Saját maguk számára egy igen magas szintű továbbképzésnek tekintették a bemutatót.

A versenybizottság két évenként — egyre szebb kivitelben — könyv alakban kiadja az összegyűjtött versenyfeladatokat és a megoldásokat az *ELTE kiadványaként* a *KLTE* sokszorosító üzeme és a Hajdú-Bihar Megyei Pedagógiai Intézet közreműködésével. Az eddigi, háromszori megjelentetés anyagi feltételeit a *Megyei Városi Tanács VB Művelődési Osztálya*, a *Hajdú-Bihar Megyei Pedagógiai Intézet*, a *KISZ Megyei Bizottsága*, a *Megyei Úttörő Elnökség*, a *KLTE Természettudományi Kara*, az *ATOMKI intézményei* és a *TIT ÁSZ vállalat* biztosította.

Ezek a feladatgyűjtemények jól használhatók az iskolai szakkörökben, fakultációs foglalkozásokon és a tehetséggondozás más foglalkozásain. Az utóbbi hat esztendőben megyénkben sokezer tanuló szerette meg még jobban a fizikát a feladatok megoldása közben, töltötte el szabadidejét hasznosan, fejlesztve ezzel önmagát, akaraterejét és tudását. Közülük többeknek talán az életpálya megválasztását is befolyásolta a versenyen való aktív részvétel.

Izoterm gázállapot-változás térfogatmunkájának közelítő számítása

Az általános gimnázium I. osztálya számára párhuzamos tankönyvként bevezetett Vermes: Fizika I. tankönyv a 31. fejezetben foglalkozik a gázok izoterm állapotváltozása során végzett munkával. Egy konkrét számpélda után a tankönyv kijelenti, hogy a gáz térfogatát kétszeresre, háromszorosra növelve, a koordináta-rendszerben a gáz kezdeti és végállapotát összekötő egyenes alatti terület 70, illetve 55 %-át kell kiszámítani, hogy megkapjuk a térfogatmunkát.

Ha már foglalkozunk a térfogatmunka számszerű értékével, meggondolandó, nem lenne-e hasznosabb és helyesebb, ha az elsősők számára is matematikailag követhető, nem hosszadalmas — tanítási órán is elvégezhető — közelítő módszer felhasználásával általánosabban tárgyalnánk ezt a kérdést. Erre alkalmasnak látszik a közismert trapézszabály, amely az izoterm térfogatváltozás mindössze nyolc egyenlő részre való felosztásával meglepően pontos számszerű eredményt ad.

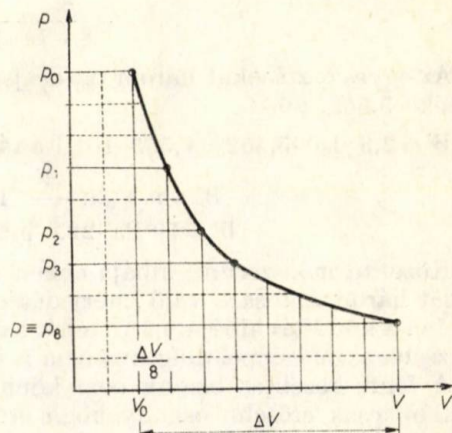
Az izoterma alatti területet trapézok területének összegével megközelítve:

$$W = \frac{p_0 + p_1}{2} \cdot \frac{\Delta V}{8} + \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot \frac{\Delta V}{8} + \dots + \frac{p_6 + p_7}{2} \cdot \frac{\Delta V}{8} + \frac{p_7 + p_8}{2} \cdot \frac{\Delta V}{8}$$

$$W = \frac{\Delta V}{8} \left(\frac{p_0}{2} + p_1 + p_2 + \dots + p_7 + \frac{p_8}{2} \right) \quad (1)$$

A $p_1, p_2, \dots, p_8$ nyomásokat Boyle—Mariotte törvényének felhasználásával lehet kifejezni:

$$\begin{aligned} p_1 \left(V_0 + \frac{\Delta V}{8} \right) &= p_0 V_0 \\ p_1 \frac{8V_0 + \Delta V}{8} &= p_0 V_0 \\ p_1 &= \frac{8p_0 V_0}{8V_0 + \Delta V} \\ p_1 &= p_0 \frac{8}{8 + \frac{\Delta V}{V_0}} \end{aligned}$$



$$p_2 \left(V_0 + \frac{2\Delta V}{8} \right) = p_0 V_0 \text{ egyenletből hasonló rendezéssel:}$$

$$p_2 = p_0 \frac{8}{8 + 2 \frac{\Delta V}{V_0}}$$

Általánosan pedig

$$\frac{p_x = p_0}{x=1 \rightarrow 8} \frac{8}{8+x} \frac{\Delta V}{V_0} \quad (2)$$

A nyomás (2) kifejezését (1)-be beírva:

$$W = \frac{\Delta V}{8} \left(\frac{p_0}{2} + p_0 \frac{8}{8+1} \frac{\Delta V}{V_0} + p_0 \frac{8}{8+2} \frac{\Delta V}{V_0} + \dots + p_0 \frac{8}{8+7} \frac{\Delta V}{V_0} + \frac{p_0}{2} \cdot \frac{8}{8+8} \frac{\Delta V}{V_0} \right)$$

$$W = \frac{p_0 \Delta V}{8} \left(\frac{1}{2} + \frac{8}{8+1} \frac{\Delta V}{V_0} + \frac{8}{8+2} \frac{\Delta V}{V_0} + \dots + \frac{8}{8+7} \frac{\Delta V}{V_0} + \frac{1}{2} \cdot \frac{8}{8+8} \frac{\Delta V}{V_0} \right) \quad (3)$$

Számítsuk ki most (3) alkalmazásával a tágulási munkát abban a tankönyv által is tárgyalt esetben, amikor 1 kmol normál állapotú gáz térfogata izoterm módon duplájára növekszik:

$$V_0 = 22,4 \text{ m}^3 \quad p_0 = 10^5 \text{ Pa}$$

$$V = 2V_0 \quad \Delta V = V_0 \quad \frac{\Delta V}{V_0} = 1.$$

$$W = \frac{10^5 \text{ Pa} \cdot 22,4 \text{ m}^3}{8} \left(\frac{1}{2} + \frac{8}{8+1} + \frac{8}{8+2} + \frac{8}{8+3} + \frac{8}{8+4} + \frac{8}{8+5} + \frac{8}{8+6} + \frac{8}{8+7} + \frac{1}{2} \cdot \frac{8}{8+8} \right).$$

Az egyes osztásokat három tizedesjegyre végezve, a zárójelben álló kifejezés értéke 5,552, tehát

$$W = 2,8 \cdot 10^5 \cdot 5,552 = 1,555 \cdot 10^6 \text{ J a tágulási munka közelítő értéke.}$$

$$W = p_0 V_0 \ln \frac{V}{V_0} \text{ képlettel számolva}$$

$$W = 10^5 \text{ Pa} \cdot 22,4 \text{ m}^3 \cdot 0,693 = 1,552 \cdot 10^6 \text{ J.}$$

Közelítő módszerünk hibája ebben az esetben mindössze 0,19%. A gáztér-fogat háromszorosára való kiterjedésének a tankönyvben szintén megemlített esetén a közelítés hibája 0,3%, tehát számszerű eredményünk nagyon kielégítő, és zsebszámológéppel dolgozva nem is időigényes.

A fenti közelítés bizony nem könnyű az első osztályosok számára, ezért inkább csak erősebb osztályokban érdemes próbálkozni vele. Lehetséges viszont szakkörön tárgyalni, és talán a matematikaórán is felhasználható példaként a közelítő megoldás tanítására.

NUKLEÁRIS ŐSZI EGYETEM

Paksi Erőművek Szakközépiskolája
Paks 1988. november 4—7.

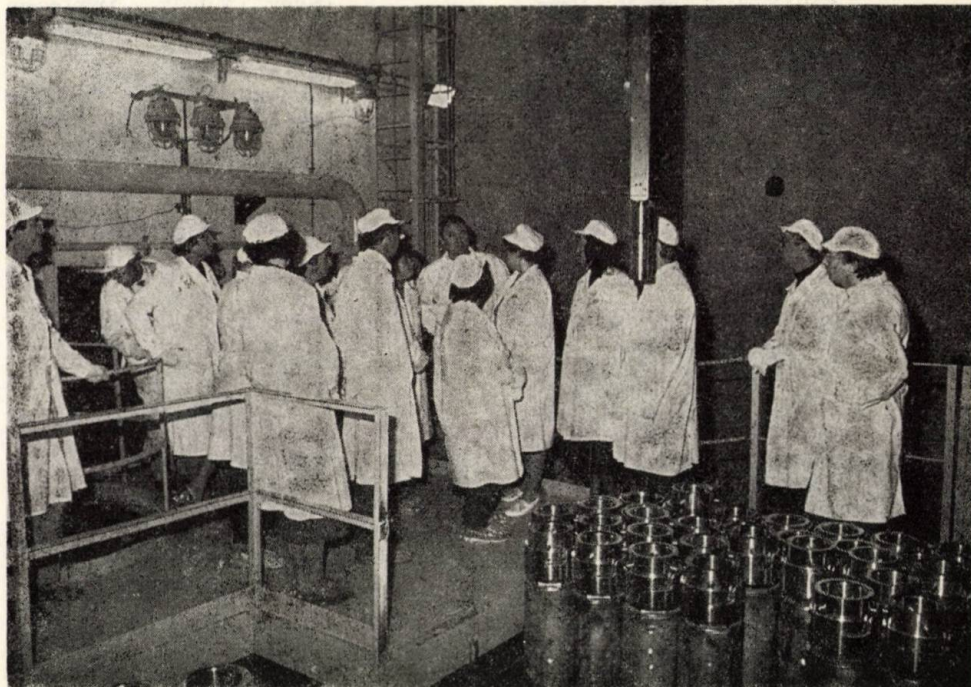
**a Paksi Atomerőmű Vállalat,
az Ipari Minisztérium,
az Eötvös Egyetem
Atomfizikai Tanszéke,
az Országos Oktatástechnikai
Központ szervezésében**

FELHÍVÁS

Az energetikai, nukleáris és sugárvédelmi problémák, azok távlati megoldása nemcsak a nagyvilágban, de az utóbbi években hazánkban is a közvélemény érdeklődésének előterébe kerültek. A rendezőszervek feladatuknak érzik e kérdésekről a felnövekvő nemzedék kvantitatívan racionális tájékoztatását, hiszen a mai fiatalok felnőtt korukban ismételtelen olyan döntéshelyzetbe kerülnek majd, ahol önállóan, racionálisan és felelősséggel kell döntést vállalni. A fiatalok felkészítése újabb és újabb döntéshelyzetekre közös nevelői felelősségünk. Erre szolgáltak a korábbi intenzív nukleáris továbbképzések (50 fizikatanár szerzett eddig B szintű sugárvédelmi képesítést). A szakszerű és

friss információt céllozza a nukleáris összekötő tanárok most kialakított hálózata. A helyszínen való tárgyszerű tájékoztatást kívánja biztosítani a Paksi Atomerőműnél rendezendő őszi egyetem is. Ezen a megyei nukleáris összekötők, több sugárvédelmi képesítést szerzett tanár és további érdeklődő fizikatanárok vesznek részt, mintegy ötvenen. A szállást és szervezési költségeket a Paksi Atomerőmű Vállalat biztosítja. A résztvevők 500 Ft ételmezési költségtérítést fizetnek (OOK csekk-számlára). (Kérjük, hogy a befizetést igazoló szelvényt hozzák magukkal.) A részt vevő tanárkollégákat nagyobb számú jelentkező közül válogattuk ki, ezért kérjük, őket, hogy az őszi egyetem egész ideje alatt vegyenek részt a közös munkában.

Szállásunk a PAV III. számú Műszaki Szállójában lesz (Paks, Dózsa György út 75.) péntek, szombat, vasárnap éjszaka kétszemélyes fűrdőszobás szobákban. (A szálloda a városközpontban, a tanács mellett a Sánc étteremmel közös épületben van.) Előadások és étkezés a PAV Szakközépiskolájában (Dózsa György út 98., pár percre a szállodától). Paks autóval (6. számú út) vagy (Budapestről) autóbusszal közelíthető



meg. Budapest, Engels térről VOLÁN-buszok indulnak a következő időpontokban: 6.20, 6.40, 7.00, 9.00, 12.40, 13.20, 14.20, 14.20, 15.00, 15.20, 16.40, 17.00, 17.20, 18.20. Menetidő 2 óra 23 perc.

Az atomerőmű látogatásához engedély szükséges. Kérjük a résztvevőket, hogy a következő adatokat küldjék meg táviratilag Marx Györgynek, az ELTE Atomfizikai Tanszékére (Budapest, 1088 Puskin utca 5.): Név, beosztás, munkáltató, személyi szám. Egyúttal közölnék azon két műhely számát, amelyen részt fognak venni, valamint azon számítógép típusát, amely iránt érdeklődnek.

Az eső-savasság országos térképének elkészítéséhez kérjük a kartársakat, hogy hozzanak magukkal kb. 3 cm³ friss esővizet jól (lehetőleg légbuborékmentesen) ledugaszolt tiszta üvegben.

PROGRAM

November 4., péntek

- 17.00—18.00 Bemutatkozik a PAV Szak-középiskolája. Vendéglátónk Kovács Balázs igazgató
- 18.00—19.00 Vacsora
- 19.00—19.30 Megnyitó, üdvözlések
Pónya József, a PAV vezérigazgatója,
Genzwein Ferenc,
az OOK főigazgatója
Marx György, MTA Elnökségi Közoktatási Bizottság
Gecső Ervin, OPI
- 19.30—21.00 Kapolyi László kormánybiztos:
Hazánk jövő energiai igényei
- 21.00—22.00 Diszkusszió

November 5., szombat

- 8.00— 9.00 Reggeli
- 9.00— 9.30 Marx György, ELTE Atomfizikai Tanszéke:
Az Univerzum energiaház-tartása
- 9.30—10.30 Szatmári Zoltán, KFKI
főigazgató-helyettes:
Reaktortípusok és az inhe-rens biztonság kérdése
- 11.00—13.30 A paksi atomerőmű ismer-tetése. Biztonsági rendszer
- 12.30—13.00 Diszkusszió az atomreakto-rok biztonságáról
- 13.00—14.00 Ebéd
- 14.00—18.00 Az atomerőmű megtekintése kis csoportokban
- 18.00—19.00 Vacsora
- 19.00—22.00 Villanyfény és költészet —
Felelősség és nevelés
Beszélgetés Juhász Ferenc-cel és Boldizsár Gáborral

November 6., vasárnap

- 8.00— 9.00 Reggeli
- 9.00— 9.45 Sükösd Csaba, ELTE
Atomfizikai Tanszéke:
A dozimetria és sugárvéde-lem fizikai alapjai
- 9.45—10.30 Rózsa Géza, PAV Sugárvé-delmi Osztály vezetője:
A Paksi Erőmű sugárvédel-me
- 11.00—11.45 Maróti László, PAV nukle-áris igazgató:
Radioaktív hulladékok tárolása és temetése
- 11.45—12.15 Vámos Gábor, PAV:
A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség ellenőrző mun-kája
- 12.15—13.00 Csom Gyula, BME
Tanreaktor vezetője:
Nukleáris fűtőelemciklus
- 13.00—14.00 Ebéd
- 14.00—16.00 Műhelyek I.
- 16.00—18.00 Műhelyek II.
1. Alacsony aktivitások mé-rése
(Paksi Városi Környezetvé-delmi Laboratórium)
2. Radon mérése iskolában, lakásban GM-csővel
(Tóth Eszter, Budapest, Jó-zsef Attila Gimnázium)
3. Alfa-aktivitás mérése szilárdtest-detektorral
(Nagy Mihály, Debreceni Református Gimnázium)
4. Savanyú eső PH-mérő hálózatainak szervezése
(Sarkadi Ildikó, Budapest József Attila Gimnázium)
5. Nukleáris számítás, pél-damegoldás
(Boros Dezső, Jászberény, Lehel Vezér Gimnázium, Sükösd Csaba, ELTE Atomfizikai Tanszék, Isza Sándor, ELTE Kísérleti Fizikai Intézet)
6. Reaktorszimulációk szá-mítógéppel
(Marx György, ELTE Atomfizikai Tanszék)
7. Nukleáris filmek és vi-deók
(Paksról és külföldről)
- 18.00—19.00 Vacsora
- 19.00—20.00 Számítógépes klubok
1. Commodore 64-klub
(Papp Györgyné, JATE Kísérleti Fizikai Intézet)
2. HT-klub
(Isza Sándor, ELTE Kísérleti Fizikai Intézet)
3. Spectrum-klub

	(Kertész Béla, Debrecen, Tóth Árpád Gimnázium) 4. IBM-klub (Tóth Eszter, Budapest, József Attila Gimnázium)	Győr- Sopron	Légrádi Imre 9400 Sopron Kellner S. u. 30.
	<i>November 7., hétfő</i>	Hajdú- Bihar	Kertész Béla 4024 Debrecen Klaipeda u. 4. IV/12.
8.00— 9.00	Reggeli	Heves	Bendő Éva 3300 Eger Rákóczi út 46. III/21.
9.00—10.00	Marx György, ELTE Atomfizikai Tanszék: Légköri üvegáztatás	Komárom	Maknics Gyula 2890 Tata Bercsényi u. 6.
10.00—10.30	Láczai-Szabó Tibor, Atomerőmű Indítóbizottság titkára:	Nógrád	Kiss Józsefné Megyei Pedagógiai Intézet 3101 Salgótarján Mártírok útja 1.
11.00—11.45	Fűtés atomreaktorokkal Farkas Mihály, Vízierőmű Beruházási Vállalat vezér- igazgató-helyettese:	Pest	Türi László Kossuth Lajos Gimnázium 2700 Cegléd
11.45—13.30	A Bős-Nagymarosi Erőmű műszaki bemutatása	Somogy	Gajdos Katalin 7400 Kaposvár Kinizsi-ltp. 2. I/1.
13.30	Ebéd	Szabolcs- Szatmár	Gerő László Mező Imre Gimnázium 4561 Baktalórántháza
MEGYEI NUKLEÁRIS ÖSSZEKÖTŐK		Szolnok	Dr. Boros Dezső 5100 Jászberény Liget u. 12/f.
Bács- Kiskun	Horváth Lajos 6000 Kecskemét Irínyi u. 43. III/10.	Tolna	Dr. Jurisits József Petőfi Sándor Gimnázium 7150 Bonyhád Kossuth u. 4. Tel.: 74-51-719
Baranya	Papp László Lövey Klára Gimnázium 7621 Pécs Szent István tér 10.	Vas	Németh Sándor Entzbruder Dezső Egészségügyi SZKI 9700 Szombathely Hámán Kató u. 4., vagy Vas Megyei Ped. Int. 9700 Szombathely Hollán Ernő u. 8.
Békés	Balogh László Megyei Pedagógiai Intézet 5600 Békéscsaba	Veszprém	Király László 8200 Veszprém Malomkő út 1/a.
Borsod	Dolák Gabriella Földes Ferenc Gimnázium 3525 Miskolc	Zala	Juhász Tibor Zrínyi Miklós Gimnázium 8900 Zalaegerszeg Rákóczi út 30.
Budapest	Nádor Béláné Kilián György Gimnázium 1131 Budapest Kilián Gy. u. 15.		
Csongrád	Tóth Eszter József Attila Gimnázium 1114 Bp., Villányi út 27. Dudás Zoltánné Radnóti Miklós Gimnázium 6720 Szeged Komócsin Z. tér 12.		
Fejér	Újvári Sándor Egészségügyi Szakközépiskola 8000 Székesfehérvár Schönhertz Z. u. 2.		

KIIGAZÍTÁS

Takács Gábor „Egy helytelenül értelmezett matematikai feladat mint bonyolult fizikai probléma” című cikkében néhány matematikai hiba maradt. (Az 1988/2. számban az 53–58. oldalakon.) Az 56. oldalon nem szerencsés, hogy a h állandót is és változót is jelöl az integrál kifejezésben.

Az 57. oldal közepén:

$$A = \frac{T}{t_3 \sqrt{2g}} \int_0^h \frac{1}{\sqrt{h}} dh = \frac{2T}{3t_3} \sqrt{\frac{h^3}{2g}}$$

helyett

$$\mu A = \frac{T}{t_3 \sqrt{2g}} \int_0^h \frac{1}{\sqrt{h'}} dh' = \frac{2T \sqrt{h}}{t_3 \sqrt{2g}}$$

a helyes.

Így a következők is másként alakulnak.

Helyesen:

A pillanatnyi térfogatáram:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{Th}{t_1} + \frac{Th}{t_3} - \mu A \sqrt{2gh'}$$

mivel

$$dV = T dh',$$

így

$$\begin{aligned} dt &= \frac{dh'}{\frac{h}{t_1} + \frac{h}{t_2} - \frac{2h'}{t_3}} \\ t &= \int_0^h \frac{dh'}{\frac{h}{t_1} + \frac{h}{t_2} - \frac{2h'}{t_3}} = \\ &= -\frac{t_3}{2} \left[\ln \left| \frac{h}{t_1} + \frac{h}{t_2} - \frac{2h'}{t_3} \right| \right]_0^h = \\ &= -\frac{t_3}{2} \ln \frac{t_3(t_1 + t_2)}{t_1 t_3 + t_2 t_3 - 2t_1 t_2}. \end{aligned}$$

BÁRSONY ISTVÁN

tanár

Egészségügyi Szakközép-
és Szakiskola
Kecskemét

СО Д Е Р Ж А Н И Е

<i>Вереш Михайна</i> : XXXI-ое Государственное заседание преподавателей физики и Выставка учебных пособий и средств	129
<i>Мравик Михай</i> : XII-ое Государственное заседание учителей физики и Выставка учебных пособий и средств	135
<i>Гобби Иштван—Ковач Шандор—Шомоди Габор</i> : Электродинамические эксперименты Герца простыми приборами	140
<i>Д-р Радноти Каталин</i> : Оптические тонкие слои	154
<i>Д-р Беркеш Ёжеф—Д-р Котек Ласло</i> : Государственная олимпиада по физике учащихся средних школ в 1986—87 гг I. категория — решение экспериментальных заданий	158
<i>Балог Ласло́нэ д-р</i> : Государственная олимпиада по физике учащихся средних школ в 1988 году I, профессиональная средняя школа	164
<i>Майер Ёжеф</i> : Обучение кинетической энергии в восьмилетке	167
<i>Жебёк Яношнэ</i> : Рецензия избираемого учебника по физике 7 кл.	170
<i>Домокош Габор</i> : В центре решение задач	172
<i>Киш Лайош</i> : Участие школьников из комитета Хевеш в викторине юных физиков	174
<i>Такач Габор</i> : Музей авиации в Павильоне им. Петёфи	177
<i>Такач Габорнэ</i> : Культурные реквизиты истории физики в будапештском Музее транспорта	180
<i>Сабо Тихамер</i> : Условия и возможности развития проблеморешающего обучения	182
<i>Фоноди Дюла</i> : Конкурс по физике им. Иштвана Хатвани в службе воспитания талантов	185
<i>Гогола Аладар</i> : Примерный расчёт объёмной работы изотермного изменения в газообразном состоянии	187
Форум	189

I N H A L T

<i>Veres Mihályné</i> : 31. Enquete der Physiklehrer der Mittelschulen und Lehrmittelausstellung	129
<i>Mravik Mihály</i> : 12. Enquete der Physiklehrer der Grundschulen und Lehrmittelausstellung	135
<i>Gobbi István—Kovács Sándor—Somogyi Gábor</i> : Elektrodynamische und quasioptische Experimente von Hertz mit einfachen Geräten	140
<i>Dr. Radnóti Katalin</i> : Optische Feinschichten	154
<i>Dr. Berkes József—Dr. Kótek László</i> : Landesstudienwettbewerb der Mittelschüler in Physik im Schuljahr 1986—87 I. Kategorie — Lösung der Experimente	158
<i>Balogh Lászlóné Dr.</i> : Landesstudienwettbewerb der Mittelschüler in Physik I, Wettbewerb der Fachmittelschüler	164
<i>Mayer József</i> : Der Unterricht der kinetischen Energie in der Grundschule	167
<i>Zsebők Jánosné</i> : Besprechung des parallelen Physiklehrbuches der 7. Klasse	170
<i>Domokos Gábor</i> : Aufgabenlösung im Mittelpunkt	172
<i>Kiss Lajos</i> : Physikwettbewerb mit der Teilnahme von Schülern der Grundschulen im Komitat Heves	174
<i>Takács Gábor</i> : Luftfahrtmuseum in der Petőfihalle (Budapest)	177
<i>Takács Gáborné</i> : Requisite der Kulturgeschichte der Physik im Budapester Verkehrsmuseum	180
<i>Szabó Tihamér</i> : Bedingungen der problemösenden Bildung und die Möglichkeit ihrer Entwicklung	182
<i>Fonódi Gyula</i> : „István Hatvani“ — Physik-Wettbewerb im Dienst der Talentförderung	185
<i>Gogola Aladár</i> : Anhöhende Rechnung der Volumarbeit der isothermen Gaszustandreränderung	187
Forum	189

Felhívjuk olvasóink figyelmét!

Bonifert Domonkosné—Halász Tibor—Miskolczi Józsefné—Molnár Györgyné: Fizikai kísérletek és feladatok általános iskolásoknak (Rsz.: 8094)	Fűzve: 37,— Ft
Budó Ágoston: Kísérleti fizika I. (Rsz.: 4292/I.)	Kötve: 63,— Ft
Budó Ágoston: Kísérleti fizika II. (Rsz.: 4292/II.)	Kötve: 51,— Ft
Budó—Mátrai: Kísérleti fizika III. (Rsz.: 4292/III.)	Kötve: 73,— Ft
Dér—Radnai—Soós: Fizikai feladatok I. (Rsz.: 8175/I.)	Fűzve: 42,— Ft
Dér—Radnai—Soós: Fizikai feladatok II. (Rsz.: 8175/II.)	Fűzve: 39,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Tanári kézikönyv. FIZIKA 6. osztály (Rsz.: 83 109)	Fűzve: 44,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Tanári kézikönyv. FIZIKA 7. osztály (Rsz.: 83 036/I.)	Fűzve: 38,— Ft
Halász Tibor—Kovács László—Kövesdi Pál—Miskolczi Józsefné—Szántó Lajos: Tanári kézikönyv. FIZIKA 8. osztály (Rsz.: 83 036/I.)	Fűzve: 31,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. I. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához. (8077/I.)	Kötve: 45,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. II. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához. (8077/II.)	Kötve: 31,— Ft
Karácsonyi Rezső: Egy a valóság, s ezer a ruhája. III. Olvasókönyv az általános iskolai fizikához. (8077/III.)	Kötve: 43,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Mechanika Elméleti fizika I. (Rsz.: 42 221/I.)	Kötve: 39,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Klasszikus erőterek Elméleti fizika II. (Rsz.: 42 221/II.)	Kötve: 60,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Kvantumtechnika Nem relativisztikus elmélet. Elméleti fizika III. (Rsz.: 42 221/III.)	Kötve: 86,— Ft
V. B. Bereteckij—E. Lifsic—L. P. Pitajevszkij: Relativisztikus kvantumelmélet. Elméleti fizika IV. (Rsz.: 42 221/IV.)	Kötve: 84,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Statisztikus fizika I. Elméleti fizika V. (Rsz.: 42 221/V.)	Kötve: 85,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Hidrodinamika Elméleti fizika VI. (Rsz.: 42 221/VI.)	Kötve: 78,— Ft
L. D. Landau—E. M. Lifsic: Rugalmasságtan Elméleti fizika VII. (Rsz.: 42 221/VII.)	Kötve: 32,— Ft
E. M. Lifsic—L. P. Pitajevszkij: Kinetikus fizika. Elméleti fizika X. (R.: 42 221/X.)	Kötve: 79,— Ft

Beszerezhetők, illetve előjegyezhetők a KÖNYVESBOLTOKBAN!